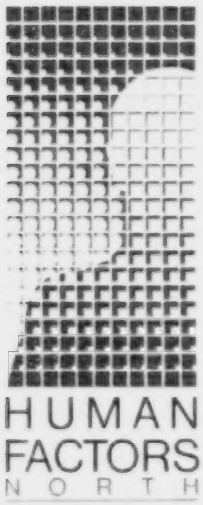
TP 14245F

ÉTUDE DES PÉRIODES DE RÉCUPÉRATION CHEZ LES CONDUCTEURS DE VÉHICULES UTILITAIRES : PHASE II

Préparé pour le
Centre de développement des transports
de
Transports Canada



par
Human Factors North Inc.

Avril 2004

106-00511/

TP 14245F

ÉTUDE DES PÉRIODES DE RÉCUPÉRATION CHEZ LES CONDUCTEURS DE VÉHICULES UTILITAIRES : PHASE II

par
Alison Smiley, Ph.D., CCPE
Diane B. Boivin, M.D., Ph.D.
Ron Heslegrave, Ph.D.
Dianne Davis, M.Eng., M.A.

Human Factors North Inc.

Avril 2004

Les opinions et les vues exprimées dans ce rapport sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de développement des transports de Transports Canada, des organismes coparrains ou du Comité de direction du projet.

Ce rapport est une traduction du document original : «Investigation of commercial motor vehicle driver cumulative fatigue recovery periods: Phase II», TP 14245E.

©2004 Gouvernement du Canada (Centre de développement des transports de Transport Canada). Tous droits réservés.

Transports Canada Transport Canada

FORMULE DE DONNÉES POUR PUBLICATION

1. N° de la publication de Transports Canada	2. N° de l'étude	3. N° de catalogue du destinataire
TP 14245F	5105	

4. Titre et sous-titre	5. Date de la publication
Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires : Phase II	Avril 2004
	6. N° de document de l'organisme exécutant

7. Auteur(s)	8. N° de dossier - Transports Canada
A. Smiley, D.B. Boivin, R. Heslegrave et D. Davis	2450-D-692

9. Nom et adresse de l'organisme exécutant	10. N° de dossier - TPSGC
Human Factors North Inc. 118 Baldwin Street Toronto (Ontario) Canada M5T 1L6	MTB-1-01590
	11. N° de contrat - TPSGC ou Transports Canada
	T8200-011525/001/MTB

12. Nom et adresse de l'organisme parrain	13. Genre de publication et période visée
Centre de développement des transports (CDT) 800, boul. René-Lévesque Ouest Bureau 600 Montréal (Québec) H3B 1X9	Final
	14. Agent de projet
	Valérie Gil et Sesto Vespa

15. Remarques additionnelles (programmes de financement, titres de publications connexes, etc.)

Coparrainé par la Federal Motor Carrier Safety Administration des États-Unis et la Direction générale de la sécurité routière de Transports Canada. TP 14206F – Études des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires : Recherche documentaire.

16. Résumé

Les gouvernements et l'industrie du camionnage souhaitent optimiser l'encadrement réglementaire du transport routier pour mieux combattre la fatigue chez les conducteurs de véhicules utilitaires et réduire le rôle de celle-ci dans les accidents. Il existe peu de données scientifiques concernant le temps de repos nécessaire aux conducteurs pour se remettre de la fatigue accumulée à la suite de divers types d'horaires de travail, en particulier d'horaires de nuit.

La phase I de *l'Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires* poursuivait deux objectifs : recenser la littérature sur la récupération et élaborer des protocoles expérimentaux pour étudier le temps nécessaire aux conducteurs pour récupérer. La phase II avait pour objectifs de recueillir, au moyen d'un questionnaire, des données sur les horaires types des conducteurs de véhicules utilitaires, de perfectionner les protocoles élaborés au cours de la phase I, à la lumière des réponses au questionnaire, et de revoir les protocoles, et les modifier au besoin, au cours d'un atelier réunissant experts et intervenants clés.

Neuf protocoles sont proposés : six études sur le terrain de conducteurs de véhicules utilitaires affectés à des horaires types, avant et après des périodes de récupération de durées variées; deux études en laboratoire portant sur les différences individuelles, le morcellement du sommeil et la récupération; et une étude épidémiologique de la relation entre le risque d'accident et les périodes de récupération.

Le rapport traite en outre de l'éthique de la recherche en général, et des enjeux éthiques propres aux protocoles proposés.

17. Mots clés	18. Diffusion
Fatigue, alternance travail-repos, période de récupération, conducteurs de véhicules utilitaires, éthique, études sur la conduite	Le Centre de développement des transports dispose d'un nombre limité d'exemplaires.

19. Classification de sécurité (de cette publication)	20. Classification de sécurité (de cette page)	21. Déclassification (date)	22. Nombre de pages	23. Prix
Non classifiée	Non classifiée	—	xiv, 54, ann.	Port et manutention

Transport Canada / Transports Canada

PUBLICATION DATA FORM

1. Transport Canada Publication No.	2. Project No.	3. Recipient's Catalogue No.
TP 14245F	5105	

4. Title and Subtitle	5. Publication Date
Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires : Phase II	April 2004
	6. Performing Organization Document No.
7. Author(s)	8. Transport Canada File No.
A. Smiley, D.B. Boivin, R. Heslegrave and D. Davis	2450-D-692
9. Performing Organization Name and Address	10. PWGSC File No.
Human Factors North Inc. 118 Baldwin Street Toronto, Ontario Canada M5T 1L6	MTB-1-01590
	11. PWGSC or Transport Canada Contract No.
	T8200-011525/001/MTB
12. Sponsoring Agency Name and Address	13. Type of Publication and Period Covered
Transportation Development Centre (TDC) 800 René Lévesque Blvd. West Suite 600 Montreal, Quebec H3B 1X9	Final
	14. Project Officer
	Valérie Gil and Sesto Vespa

15. Supplementary Notes (Funding programs, titles of related publications, etc.)

Co-sponsored by the U.S. Federal Motor Carrier Safety Administration and by Transport Canada's Road Safety Directorate.
TP 14206E – Investigation of Commercial Motor Vehicle Driver Cumulative Fatigue Recovery Periods: Literature Review

16. Abstract

Governments and the trucking industry would like to provide an optimal regulatory framework within which commercial motor vehicle (CMV) driver fatigue can be better managed to reduce its contribution to collisions. There is insufficient scientific information concerning the length of time required to recover from various types of work schedules, particularly night schedules.

The goals of Phase I of the Investigation of Commercial Motor Vehicle Driver Cumulative Fatigue Recovery Periods were to review literature related to recovery, and to develop experimental protocols to examine driver recovery needs. The goals of Phase II were to collect survey data on typical CMV driver schedules; to refine the Phase I protocols based on the survey results; and to review and revise the proposed protocol options in a workshop with experts and stakeholders.

Nine protocol options are proposed: six field studies involving CMV drivers on typical schedules before and after recovery periods of various lengths; two laboratory studies to investigate individual differences, sleep fragmentation and recovery; and an epidemiological study of crash risk in relation to recovery periods.

Details are given regarding general research ethics considerations. Specific ethics considerations associated with each of the proposed protocol options are addressed.

17. Key Words	18. Distribution Statement
Fatigue, work-rest schedule, recovery period, commercial drivers, ethics, driving studies	Limited number of copies available from the Transportation Development Centre

19. Security Classification (of this publication)	20. Security Classification (of this page)	21. Declassification (date)	22. No. of Pages	23. Price
Unclassified	Unclassified	—	xiv, 54, apps	Shipping/ Handling

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier l'Office of Motor Carrier Standards, du Department of Transportation des États-Unis, pour sa collaboration, ainsi que Sesto Vespa et Valérie Gil, du Centre de développement des transports de Transports Canada, pour leurs appuis et leurs conseils.

SOMMAIRE

Les gouvernements et l'industrie du camionnage souhaitent optimiser l'encadrement réglementaire et opérationnel du transport routier pour mieux combattre la fatigue des conducteurs de véhicules utilitaires et réduire le rôle de celle-ci dans les accidents. Il existe peu de données scientifiques concernant le temps de repos nécessaire aux conducteurs pour se remettre de la fatigue accumulée à la suite de divers types d'horaires de travail, en particulier d'horaires de nuit. La phase I de *l'Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires* poursuivait deux objectifs : premièrement, recenser la littérature sur la récupération et deuxièmement, élaborer des protocoles expérimentaux pour étudier le temps nécessaire aux conducteurs pour récupérer. La phase II visait trois objectifs : premièrement, recueillir, au moyen d'un questionnaire, des données sur les horaires types des conducteurs de véhicules utilitaires; deuxièmement, perfectionner les protocoles élaborés au cours de la phase I à la lumière des réponses au questionnaire; troisièmement, revoir les protocoles, et les modifier au besoin, au cours d'un atelier réunissant experts et intervenants clés.

Protocoles expérimentaux pour l'étude des besoins de récupération des conducteurs

Les protocoles proposés pour les études sur le terrain et les études en laboratoire ont tous un objectif fondamental : déterminer la durée de la période de repos nécessaire aux conducteurs pour redevenir frais et dispos après une période de travail prolongée. Toutes ces études doivent être menées conformément aux lois et aux règlements sur les heures de service en vigueur. Neuf protocoles ont été élaborés. Ils sont de trois types : études sur le terrain, études en laboratoire et études épidémiologiques. Il existe plusieurs façons d'étudier la récupération. Mais il ressort clairement de la recherche documentaire et de ce qu'a pu percevoir l'équipe de recherche dans l'industrie et les organismes de réglementation, que les résultats d'études sur le terrain sont plus crédibles que ceux des autres types d'études. D'ailleurs, les études qui ont eu le plus d'influence par le passé sont des études sur le terrain. L'étude de base est donc une étude sur le terrain. Cette étude est décrite en premier, après quoi cinq variantes de cette même étude sont proposées. Il est important de noter que les protocoles proposés pour les études sur le terrain sont conçus en fonction d'horaires types, et non d'horaires extrêmes, de façon à favoriser la participation des entreprises de camionnage. Les protocoles sont donc le reflet, autant que possible, des réponses au sondage sur les heures de service et la fatigue.

Outre les six protocoles d'études sur le terrain, deux protocoles d'études en laboratoire sont présentés. Les études en laboratoire ont cet avantage qu'elles permettent de contrôler rigoureusement un large éventail de facteurs susceptibles de fausser ou autrement influencer les résultats, mais elles sont nécessairement artificielles, car exemptes des agents de stress propres au transport routier. Les études en laboratoire qui aident à clarifier des questions qui se posent sur le terrain sont néanmoins précieuses sur le plan scientifique, et elles peuvent avoir une influence positive sur les plans d'études sur le terrain. C'est pourquoi nous avons convenu de prévoir des études en laboratoire, soit pour répondre à des questions précises, qui exigent un contrôle particulièrement rigoureux, soit pour établir les différences individuelles qui peuvent être «prédictrices» de récupération en situation réelle. Les études en laboratoire portent sur des différences individuelles (autoperception de la difficulté à

conduire la nuit et niveau de récupération mesuré) et sur l'effet du sommeil ininterrompu, par opposition au sommeil morcelé, sur la durée de la période de récupération.

Le dernier protocole proposé est une étude épidémiologique cas-témoin de l'effet de l'horaire et de la période de récupération sur le risque d'accident.

Enjeux éthiques soulevés par les études qui soumettent les conducteurs à des horaires inducteurs de fatigue

La partie sur l'éthique de la recherche explique d'abord pourquoi il faut adhérer à des normes éthiques. Elle fait ensuite un bref historique de l'élaboration des normes éthiques actuelles, avant de revoir les règlements sur l'éthique en vigueur aux États-Unis et au Canada, et d'examiner les «enseignements à tirer» d'une étude antérieure de la fatigue et de la conduite. Sont ensuite abordés les enjeux éthiques précis associés à chacun des neuf protocoles proposés. Les aspects suivants sont traités : nécessité que la conduite se fasse en situation réelle, nécessité d'une divulgation sincère et complète aux conducteurs, durée du repos avant le début de l'étude, exigences en matière de sommeil quotidien, critères de sélection des conducteurs, mesures de performance recommandées, et garanties à donner aux conducteurs qui prennent part à l'étude.

Dans la plupart des études proposées, les conducteurs travaillent comme d'habitude, sur des trajets payants. Il est important, en pareilles circonstances, de s'assurer que les trajets sont vraiment des trajets types, opérationnels et payants, afin que la fatigue induite représente fidèlement ce que vivent chaque jour les conducteurs. Pour que les résultats soient généralisables et utiles, l'étude doit porter sur des activités normales, à moins que des préoccupations expérimentales particulières prévalent. La deuxième raison de s'en tenir le plus possible à des conditions réelles de conduite est que la responsabilité des chercheurs et des parrains se trouve ainsi limitée.

Une des principales obligations des chercheurs et des parrains est d'informer les conducteurs de tous les risques qu'ils courent en participant à l'étude et de ce qui est attendu d'eux. C'est le but du processus de consentement éclairé. Il s'agit d'un processus continu qui commence avec le recrutement du conducteur et ne se termine que lorsque ce dernier n'a plus aucun lien avec l'étude.

La partie sur les enjeux éthiques comprend des recommandations sur la durée minimale du repos dont doivent bénéficier les conducteurs avant d'entreprendre n'importe lequel des horaires de conduite proposés. Pour des raisons éthiques, il a été décidé de se conformer aux conditions d'exploitation normales. D'autres recommandations concernent la durée du sommeil quotidien à l'intérieur des protocoles proposés. Peu de restrictions touchent le sommeil quotidien; il est toutefois recommandé de déterminer une durée minimale de sommeil quotidien. Comme ces protocoles sont conçus pour se rapprocher le plus possible des conditions réelles, le but, en laissant une grande latitude pour ce qui est du sommeil quotidien, est que les horaires de conduite et de sommeil soient aussi naturels que possible.

En ce qui a trait aux critères de sélection des conducteurs, il a été décidé de considérer comme admissible tout conducteur qui a réussi l'examen médical demandé par son employeur, afin de respecter les normes en vigueur et de minimiser le risque

auquel seraient exposés les conducteurs, les chercheurs et les parrains, dans le cas où un examen spécial mettrait au jour des troubles médicaux inconnus. Il s'agit là de la seule restriction recommandée, le but étant d'avoir des échantillons de conducteurs le plus représentatifs possible.

Les protocoles proposés comportent une panoplie de mesures subjectives et objectives du comportement. Pour des raisons éthiques, il faut prévenir les conducteurs que, dans l'éventualité d'un accident ou d'un incident, les mesures prises au cours de l'étude pourraient devoir être produites devant un tribunal. Les chercheurs doivent aussi rassurer les conducteurs concernant : a) les procédures qui seront utilisées au cours de l'étude, b) la confidentialité des données recueillies au cours de l'étude, c) le caractère volontaire de leur participation, d) la liberté qu'ils ont de se retirer de l'étude en tout temps, pour quelque raison que ce soit, sans avoir à se justifier. Pour rendre ces garanties applicables et éthiquement acceptables, les cadres compétents de l'entreprise, leurs répartiteurs et, dans certains cas, les expéditeurs doivent accepter les conditions de l'étude.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX ET POSTULATS 3

3. OPTIONS DE PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX 5

3.1 PARAMÈTRES EXPÉRIMENTAUX 5
3.1.1 Période de référence 5
3.1.2 Conducteurs 5
3.1.3 Différences individuelles : âge 6
3.1.4 Nombre de sujets 6
3.1.5 Mesures 6
3.1.6 Analyses 8

3.2 ÉTUDES SUR LE TERRAIN 8
3.2.1 Option 1 : Étude sur le terrain chez des conducteurs de nuit (plan de base) 8
3.2.2 Option 2 : Option 1, plus une période de quatre quarts de nuit 11
3.2.3 Option 3 : Option 1, plus un groupe de conduite de jour 11
3.2.4 Option 4 : Variante de l'étude sur le terrain de base – Avec sieste vs sans sieste, avant et après des conseils sur la gestion de la fatigue 12
3.2.5 Option 5 : Étude sur le terrain – Sommeil agrégé vs sommeil morcelé 14
3.2.6 Option 6 : Étude sur le terrain – Autoperception de la fatigue 14

3.3 ÉTUDES EN LABORATOIRE 15
3.3.1 Option 7 : Étude en laboratoire des différences individuelles – Rapport entre l'évaluation quantitative et la perception qualitative de la récupération 15
3.3.2 Option 8 : Étude en laboratoire de l'effet du sommeil agrégé par rapport au sommeil morcelé sur la récupération 18

3.4 ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES 20
3.4.1 Option 9 : Étude épidémiologique de l'effet de l'horaire et de la période de récupération sur le risque d'accident 20

4. ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE 23

4.1 POURQUOI UNE ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE? 23

4.2 GENÈSE DES POLITIQUES ET DES LOIS ACTUELLES EN MATIÈRE D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE 24
4.2.1 Cruauté envers les animaux 24
4.2.2 Le code de Nuremberg 25
4.2.3 La rapport Belmont (États-Unis) 26
4.2.4 Étude Tuskegee 27
4.2.5 L'éthique aujourd'hui 28

4.3 RÉGLEMENTS SUR L'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE EN VIGUEUR AU CANADA ET AUX ÉTATS-UNIS 28

4.4 PRINCIPES ÉTHIQUES COURANTS ET PROCÉDURE D'ÉVALUATION ÉTHIQUE 30

4.5 RÉFLEXIONS INSPIRÉES D'UN PROTOCOLE DE RECHERCHE SOUMIS ANTÉRIEUREMENT 32

4.6 CONSEILS ÉTHIQUES CONCERNANT LES PROTOCOLES PROPOSÉS 35
4.6.1 Conduite en situation réelle, sur des trajets payants 35
4.6.2 Divulgation sincère et complète aux conducteurs 36
4.6.3 Considérations propres aux protocoles proposés 37
4.6.4 Protocoles d'études sur le terrain – Options 1 à 3 : considérations éthiques 39
4.6.5 Protocoles d'études sur le terrain – Options 4 à 6 : considérations éthiques 44
4.6.6 Études en laboratoire – Options 7 et 8 : considérations éthiques 45
4.6.7 Étude épidémiologique – Option 9 : considérations éthiques 46
4.7 SOMMAIRE DES ENJEUX ÉTHIQUES TOUCHANT LES ÉTUDES SUR LA FATIGUE ET LA RÉCUPÉRATION 47
4.8 LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉLABORATION DE PROTOCOLES DE RECHERCHE 48
4.9 DIRECTIVES CONCERNANT LA RÉDACTION DES FORMULES DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ 49
RÉFÉRENCES 53

ANNEXES

ANNEXE A : RÉSULTATS DU SONDAGE SUR LA FATIGUE ET LA RÉCUPÉRATION DES CONDUCTEURS DE VÉHICULES UTILITAIRES

ANNEXE B : FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE DANS LES PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX

ANNEXE C : RECHERCHE DOCUMENTAIRE (PHASE 1) : DISCUSSION ET SOMMAIRE

ANNEXE D : RECUEIL D'INFORMATION AUXILIAIRE

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

FIGURE 1 OPTION 1 : ÉTUDE SUR LE TERRAIN CHEZ DES CONDUCTEURS DE NUIT (PLAN DE BASE) 8

FIGURE 2 OPTION 2 : OPTION 1, PLUS UNE PÉRIODE DE QUATRE QUARTS DE NUIT 11

FIGURE 3 OPTION 3 : RÉCUPÉRATION APRÈS UN HORAIRE DE JOUR VS RÉCUPÉRATION APRÈS UN HORAIRE DE NUIT 12

FIGURE 4 OPTION 4 : VARIANTE DE L'ÉTUDE SUR LE TERRAIN DE BASE – AVEC SIESTE VS SANS SIESTE, AVANT ET APRÈS DES CONSEILS SUR LA GESTION DE LA FATIGUE 13

FIGURE 5 OPTION 7 : ÉTUDE EN LABORATOIRE DES DIFFÉRENCES INDIVIDUELLES : RAPPORT ENTRE L'ÉVALUATION QUANTITATIVE ET LA PERCEPTION QUALITATIVE DE LA RÉCUPÉRATION 16

FIGURE 6 OPTION 8 : ÉTUDE EN LABORATOIRE DE L'EFFET DU SOMMEIL AGRÉGÉ VS LE SOMMEIL MORCELÉ SUR LA RÉCUPÉRATION 19

TABLEAU 1 HEURES DE SOMMEIL, DE CONDUITE ET DE REPOS – OPTION 8 20

GLOSSAIRE

ANOVA	Analyse de variance
CE	Comité d'éthique (Union européenne)
CÉR	Comité d'éthique de la recherche (Canada)
CP	Chercheur principal
EEG	Électroencéphalogramme
ÉPCT	Énoncé de politique des trois Conseils
ICH	Conférence internationale sur l'harmonisation (*International Conference on Harmonization*)
IRB	*Institutional Review Board* (États-Unis)
OHRP	*Office of Human Research Protection* (États-Unis)
OSPAT	*Occupational Safety Performance Assessment Test* (Outil d'évaluation de la sécurité au travail)
PERCLOS	*Percentage of Eyelid Closure* (Pourcentage d'abaissement des paupières)
PIPEDA	*Personal Information Protection and Electronic Documents Act* (Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques)
PVT	*Psychomotor Vigilance Test* (Test psychomoteur de vigilance)

1 INTRODUCTION

Les gouvernements et l'industrie du camionnage souhaitent optimiser l'encadrement réglementaire et opérationnel du transport routier pour mieux combattre la fatigue chez les conducteurs de véhicules utilitaires et réduire le rôle de celle-ci dans les accidents. Ni au Canada ni aux États-Unis, le règlement actuel sur les heures de service ne prévoit de période de repos prolongée (dite «de récupération») qui permettrait d'alléger la «dette de sommeil» contractée par les conducteurs qui effectuent plusieurs quarts de travail successifs, entrecoupés de périodes de sommeil écourté. Il n'aborde qu'indirectement le problème, en limitant le nombre d'heures de service permises au cours d'une certaine période, sept jours, par exemple. Il existe peu de données scientifiques concernant le temps de repos nécessaire aux conducteurs pour se remettre de la fatigue accumulée à la suite de divers types d'horaires de travail. Or, l'établissement d'une assise scientifique concernant les périodes de récupération minimales est important autant du point de vue de la sécurité, que pour maximiser l'efficacité opérationnelle et la qualité de vie des conducteurs.

Pour élaborer une assise scientifique sur la période minimale de récupération, Transports Canada, en collaboration avec la Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA) des États-Unis, a lancé un appel d'offres pour la réalisation d'un projet à phases multiples qui porterait précisément sur la durée de la période de repos nécessaire aux conducteurs pour récupérer à la suite de divers types d'horaires de travail. La première phase de ce projet a consisté en une recherche documentaire sur la conduite de véhicules utilitaires sous les angles du travail par quarts et de la récupération (Smiley, Boivin, Heslegrave et Davis, 2003). À la lumière des résultats de cette recherche documentaire, des protocoles expérimentaux ont été élaborés. L'intention derrière ces protocoles est de mieux comprendre la durée minimale des périodes de repos nécessaires aux conducteurs de véhicules utilitaires pour se remettre suffisamment des effets d'une accumulation de fatigue engendrée par divers régimes de travail par quarts, s'étalant sur plusieurs jours et/ou nuits, pour pouvoir reprendre sans danger le volant.

La phase II a consisté à vérifier si ces protocoles expérimentaux représentaient bien la situation de l'industrie du camionnage. À cette fin, un sondage sur les heures de service et la fatigue a été mené auprès de 150 conducteurs longue distance en Ontario, au Québec et en Alberta. Cette deuxième phase du projet s'est conclue par un atelier de consultation sur la fatigue et la récupération qui a eu lieu à Montréal, en septembre 2003, et qui réunissait des experts et intervenants clés. Le but de cet atelier était de revoir et modifier, au besoin, les protocoles proposés, en particulier ceux des études sur le terrain, pour qu'ils répondent aux questions posées par la recherche en examinant des horaires pratiques et réalistes, de nature à encourager la participation des conducteurs et des entreprises de camionnage. Les participants à l'atelier ont revu les aspects scientifique et pragmatique de chacune des options proposées avant de suggérer des modifications. Sont présentés plus loin les protocoles révisés ainsi que d'autres protocoles suggérés par les participants à l'atelier. Ces protocoles sont classés en trois catégories, selon qu'ils concernent des études sur le terrain, en laboratoire, ou épidémiologiques. Au terme de la phase II, Transports Canada, en collaboration avec la FMCSA des États-Unis et d'autres parrains et intervenants potentiels, envisagera de lancer un appel de propositions de projets pour la mise en œuvre de certains des protocoles recommandés.

L'annexe A présente les réponses obtenues au sondage mené auprès des conducteurs, l'annexe B décrit les facteurs dont doivent tenir compte les protocoles expérimentaux, l'annexe C contient un résumé de la recherche documentaire de la phase I, et l'annexe D passe en revue diverses mesures de la réaction des conducteurs, ainsi que les instruments de mesure connexes.

2 PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX ET POSTULATS

Les options concernant des études sur le terrain et des études en laboratoire ont un même objectif fondamental : déterminer la durée de la période de repos nécessaire aux conducteurs pour redevenir frais et dispos après une période de travail prolongée. Quant à l'étude épidémiologique, elle vise à déterminer la relation entre le risque d'accident et la période de récupération. Les études sur le terrain et en laboratoire seront menées dans les limites des lois et des règlements sur les heures de service applicables. Un conducteur sera considéré comme ayant pleinement récupéré lorsque les valeurs ci-après seront équivalentes à celles qu'il obtient après plusieurs jours de repos (ou du moins n'en seront pas significativement différentes) :

- Qualité et durée du sommeil
- Performance en conduite
- Vigilance subjective

Étant donné que la performance et la vigilance varient au cours de la journée, on considérera qu'un conducteur aura récupéré lorsque sa performance et sa vigilance seront équivalentes à sa performance et à sa vigilance après plusieurs jours de repos, mesurées au même moment de la journée.

La recherche documentaire a permis de déterminer ce qui suit : 1) les facteurs circadiens et les jours/nuits consécutifs de conduite sont les principaux facteurs qui influent sur la fatigue; 2) parmi les différences individuelles, l'âge est la principale variable susceptible d'influer sur la fatigue et la récupération ultérieure. Il va de soi que toutes les conditions d'essai doivent permettre d'induire un certain degré de fatigue, puis d'établir l'efficacité des options de récupération en fonction du degré de fatigue. Comme à la fois la fatigue et la récupération sont influencées par les rythmes circadiens, ce facteur est de toute première importance dans la conception des protocoles expérimentaux. Étant donné que l'âge est une variable individuelle critique, chaque étude devrait comprendre un nombre suffisant de sujets pour que des comparaisons puissent être faites selon l'âge. Des études récentes sur la fatigue – p. ex., l'étude canado-américaine de Wylie et coll. (Wylie, Shultz, Miller, Mitler et Mackie, 1997) et l'étude *Élaboration d'un programme nord-américain pour les transporteurs routiers*, menée par Transports Canada en collaboration avec d'autres parrains et intervenants – ont utilisé de 20 à 24 sujets par condition.

Les protocoles expérimentaux (études sur le terrain, en laboratoire et épidémiologique) sont décrits à la partie 3. Il existe plusieurs façons d'étudier la récupération. Mais il ressort clairement de la recherche documentaire et de ce qu'a pu percevoir l'équipe de recherche dans l'industrie et les organismes de réglementation, que les résultats d'études sur le terrain sont plus crédibles que ceux des autres types d'études. D'ailleurs, les études qui ont eu le plus d'influence par le passé sont des études sur le terrain. Les études en laboratoire ont cet avantage qu'elles permettent de contrôler rigoureusement un large éventail de facteurs susceptibles de fausser ou autrement influencer les résultats, mais elles sont nécessairement artificielles, car exemptes des agents de stress propres au transport routier – notamment, les risques associés à la tâche réelle de conduire un ensemble tracteur-remorque pendant de longues heures et plusieurs jours de suite, et au fait d'essayer ensuite de récupérer sans manquer à ses obligations sociales et familiales. Les études en laboratoire qui aident à clarifier des questions qui se posent sur le terrain sont néanmoins précieuses sur le plan

scientifique, et elles peuvent avoir une influence positive sur les plans d'études sur le terrain. C'est pourquoi nous avons convenu de prévoir des études en laboratoire, soit pour répondre à des questions précises, qui exigent un contrôle particulièrement rigoureux, soit pour établir les différences individuelles qui peuvent être «prédictrices» de récupération en situation réelle, quitte à valider ensuite l'importance de ces facteurs par des études sur le terrain. L'étude de base est donc une étude sur le terrain et elle est la première à être décrite. Sont ensuite décrites cinq options dont les paramètres sont des variantes de ceux de l'étude de base.

Il est important de noter que les protocoles proposés pour les études sur le terrain sont conçus en fonction d'horaires types, et non d'horaires extrêmes, de façon à favoriser la participation des entreprises de camionnage. Les protocoles sont donc le reflet, autant que possible, des réponses au sondage sur les heures de service et la fatigue.

3 OPTIONS DE PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX

3.1 Paramètres expérimentaux

Les protocoles proposés comportent les paramètres ci-après.

3.1.1 Période de référence

Pour que les conducteurs soient bien reposés au moment d'entreprendre l'étude, ils devront avoir eu une période de repos d'au moins 60 heures immédiatement avant la période de travail décrite (et ils ne devront pas avoir travaillé plus de cinq jours avant cette période de référence). Les participants à l'atelier ont choisi de fixer à 60 heures la durée minimale de la période de repos, car elle permet aux conducteurs d'avoir deux nuits de repos avant de retourner à leur quart de travail normal. Toujours d'après les participants à l'atelier, des périodes de repos de 60 heures sont chose courante pour les camionneurs; ce choix devrait donc faciliter le recrutement des conducteurs et conférer une validité apparente aux protocoles proposés. Toutefois, il est possible que les sujets qui ont eu deux nuits de repos (60 heures) ne soient pas aussi bien reposés que ceux qui en eu ont trois (84 heures) et qu'ils entreprennent l'étude avec une performance inférieure à celle qu'ils auraient pu avoir après plusieurs nuits de repos. Par conséquent, si la durée minimale de la période de repos de référence est fixée à 60 heures, les chercheurs devraient envisager d'ajouter à l'option 1 une troisième condition de récupération, soit trois nuits (84 heures). Ils pourraient alors vérifier si une période de repos de plus de 60 heures améliore de façon sensible la récupération, sans restreindre inutilement l'accès à l'étude aux seuls conducteurs qui ont eu 84 heures de repos.

Pendant cette période de repos (sans conduite), les conducteurs participeraient à des séances de formation sur les outils de mesure de la performance et d'autres paramètres (p. ex., mesures subjectives en cours de trajet). De plus, la quantité de sommeil obtenue pendant la période précédant immédiatement la conduite serait enregistrée (par actigraphie). Au cours de la période de référence de 60 heures, les conducteurs seraient tenus de dormir la nuit, c'est-à-dire de rester au lit au moins pendant la période de minuit à 6 h.

3.1.2 Conducteurs

3.1.2.1 CONDUITE DE NUIT

Conduire de nuit est défini comme conduire au moins deux heures entre minuit et 6 h. Ainsi, à titre d'exemple, les conducteurs qui travaillent de midi à 2 h, ou de 4 h à 18 h, seraient considérés comme conduisant de nuit. Les sujets qui conduisent la nuit devraient avoir une période de sommeil principale d'au moins cinq heures (en plus des siestes) par jour. Une suggestion a été faite, au cours de l'atelier, de définir comme conducteurs de nuit les conducteurs qui dorment le jour (p. ex., au moins la moitié de leur période de repos est comprise entre 6 h et 23 h). Cette suggestion n'a toutefois pas été retenue, les chercheurs estimant important de définir la conduite de nuit en fonction de l'horaire de conduite, et non de l'horaire de sommeil.

3.1.2.2 CONDUITE DE SOIR

Conduire de jour est défini comme *ne pas* conduire entre 23 h et 6 h, quel que soit le quart de travail, et conduire au moins huit heures par quart.

3.1.3 Différences individuelles : âge

Malgré l'importance de la variable âge en tant que différence individuelle, celle-ci sera utilisée comme covariable plutôt que comme variable de contrôle. Il ne serait pas réaliste d'utiliser l'âge comme variable de contrôle, étant donné le nombre de sujets (20 à 24) assignés à chaque condition dans les études récentes sur la fatigue. Si l'âge était une variable de contrôle, on devrait avoir 20 sujets par groupe d'âge et par condition, ce qui donnerait à la fin un échantillon beaucoup trop grand pour être réaliste. Il convient plutôt d'utiliser, dans chaque condition, une distribution qui soit représentative de la population des camionneurs. Nous suggérons d'utiliser une distribution semblable à celle des conducteurs qui ont répondu à notre sondage : un tiers des sujets avaient moins de 40 ans, un tiers avaient de 40 à 50 ans et un tiers avaient plus de 50 ans.

3.1.4 Nombre de sujets

Comme cette étude propose des mesures sur le terrain (p. ex., déviations de trajectoire, test psychomoteur de vigilance [PVT, pour *Psychomotor Vigilance Test*], échelles subjectives) semblables à celles utilisées dans les études récentes sur la fatigue (p. ex., Wylie et coll., 1997; *Élaboration d'un programme de gestion de la fatigue nord-américain pour les transporteurs routiers*, Transports Canada), nous proposons un nombre semblable de conducteurs par condition (c.-à-d. 20 à 24 sujets).

3.1.5 Mesures

Les études prévoient des mesures subjectives et objectives du comportement, et des mesures de la conduite. L'annexe D présente un grand nombre de dispositifs servant à mesurer des paramètres physiologiques et comportementaux, des indices du sommeil, ainsi que des simulateurs de conduite et des instruments embarqués qui pourront être utilisés dans les protocoles expérimentaux qui seront élaborés. Il faut prévoir à tout le moins des mesures subjectives et objectives de la fatigue et du sommeil.

Autant la fatigue (manque d'intérêt à continuer à travailler) que la somnolence (tendance à tomber endormi) seront mesurées. Des évaluations subjectives de la fatigue et de la somnolence seront faites à l'aide d'échelles de notation standard, alors que la quantité et la qualité du sommeil seront consignées dans des agendas exprès. Toutes les périodes de sommeil, y compris les siestes, seront consignées.

Diverses échelles de notation, comme le *Standard Shiftwork Index* (mesure de la tolérance au travail par quarts) et la *Epworth Sleepiness Scale* (échelle de somnolence diurne) devraient être utilisées pour mesurer les différences individuelles, comme le chronotype (type «matin» ou «soir») et la vulnérabilité à la fatigue, de façon que les chercheurs puissent déterminer la valeur prédictive de ces différences individuelles en regard de la récupération.

Les mesures objectives doivent comprendre au moins une mesure par actigraphie de l'alternance sommeil/veille. Les données actigraphiques pourraient être colligées pendant toute la durée de l'étude.

Les évaluations comportementales devraient comprendre le PVT, étant donné que ce dernier a été utilisé dans de nombreuses études antérieures et qu'il sera utilisé dans l'étude *Évaluation d'un programme de gestion de la fatigue nord-américain pour les*

transporteurs routiers. De plus, l'«OSPAT» (pour *Occupational Safety Performance Assessment Test*), un test informatisé, devrait être envisagé. Celui-ci a servi dans une étude australienne sur les siestes chez des conducteurs de train. Il s'agit d'une simple tâche de suivi visuo-moteur qui exige une coordination main-œil et mesure le temps de réaction et la vigilance. Les sujets doivent replacer au centre d'une cible circulaire un curseur qui se déplace de façon aléatoire. Ces deux tests de réaction comportementale devraient être administrés en même temps que les évaluations de la fatigue et de la somnolence, à chaque quart.

L'étude devrait également comprendre des mesures de la performance en conduite. La mesure objective de performance qui s'est révélée la plus sensible à la somnolence est la valeur d'écart type des déviations de trajectoire. La principale difficulté que pose cette mesure est qu'elle est sensible à la géométrie de la route et au type de véhicule. Dans l'étude canado-américaine de Wylie et coll. (Wylie, Shultz, Miller, Mitler et Mackie, 1996), la comparaison entre la durée des quarts aux États-Unis (10 heures) et au Canada (13 heures) a été faussée par des différences dans les trajets et les types de véhicules, qui ont vraisemblablement été à l'origine de résultats inattendus touchant le maintien de la trajectoire. Dans l'étude qui est proposée, ce problème ne se poserait pas, dans la mesure où les conducteurs effectueront les mêmes trajets, et où on pourra faire des comparaisons intra-sujet du degré de récupération atteint après une période de récupération donnée.

Une autre mesure de la performance qui offre une très grande validité apparente et qui a servi dans des études antérieures sur le terrain (Hanowski, Wierwille, Gellatly, Early et Dingus, 2000) consiste à analyser des bandes vidéo qui montrent les trois minutes avant le début d'un incident critique. Un incident a été défini comme le déplacement d'un dispositif de commande au-delà d'un certain seuil, selon les observations de conducteurs ou d'analystes. Les analystes enregistraient les mouvements des yeux et la proportion du temps durant lequel les yeux du conducteur étaient fermés ou partiellement fermés, ou quittaient la route au cours de ces intervalles de trois minutes. Étant donné que le nombre d'incidents critiques dont les conducteurs étaient responsables n'atteignait en moyenne que 1,8 par conducteur en deux semaines de conduite, des mesures plus soutenues de la performance en conduite seront nécessaires, comme les déviations de trajectoire.

Durant les périodes de récupération, des mesures subjectives et objectives du comportement devraient être prises, et ce, à la même heure que pendant les jours de conduite. Il conviendra toutefois d'éviter la période de 2 h à 5 h, pendant laquelle les conducteurs dormiront.

L'arsenal des mesures physiologiques est plutôt lourd et nous ne recommandons pas de telles mesures dans le cas des études sur le terrain. Trois principaux obstacles se posent à l'utilisation de mesures physiologiques pour étudier les paramètres clés que sont les rythmes circadiens et la vigilance/somnolence. Premièrement, ces mesures ne sont pas toujours faciles à prendre en service réel. Par exemple, la température corporelle, bien qu'elle soit considérée comme une mesure très robuste du rythme circadien, est difficile à établir de façon fiable, continue et non dérangeante dans un contexte opérationnel (c.-à-d. par le recours à des sondes ou à des mesures répétées). Quant à l'électroencéphalogramme (EEG), qui est un bon indicateur du degré de somnolence, il est tout aussi difficile à réaliser en service réel. Deuxièmement, de nombreuses mesures du rythme circadien et de la vigilance

(température orale ou tympanique, taux de mélatonine, de cortisol, etc.) risquent d'être faussées par divers facteurs, dont les conditions ambiantes, comme l'exposition à la lumière, l'exercice, le stress, les aliments ingérés et les types d'activité physique et intellectuelle. Finalement, l'analyse et l'interprétation de ces mesures accaparent beaucoup de ressources. Ainsi, les données EEG ou PERCLOS (pour *Percentage of Eyelid Closure* – abaissement des paupières), recueillies pour mesurer la vigilance ou la température corporelle, et les mesures de la mélatonine ou du cortisol, qui servent à établir les rythmes circadiens doivent être réduites (cotation, quantification, titrage, etc.) puis analysées, et cela nécessite des ressources considérables.

3.1.6 Analyses

En plus d'appliquer des méthodes de statistique descriptive, on effectuera des analyses de covariance en utilisant l'âge et l'autoperception de la fatigue comme covariables. Des analyses de régression linéaire ou logistique (p. ex., conducteur qui fait des siestes/qui n'en fait pas; âge; autoperception de la fatigue) peuvent aussi servir à prévoir la récupération.

3.2 Études sur le terrain

3.2.1 Option 1 : Étude sur le terrain chez des conducteurs de nuit (plan de base)

Le postulat derrière cette étude sur le terrain est que l'effet de périodes de récupération de durée différente doit être évalué après un horaire de travail de nuit courant mais exigeant (décrit à la section 3.1.2.1).

3.2.1.1 PLAN D'EXPÉRIENCE

Le plan d'expérience de base sera un plan à mesures répétées à deux groupes, selon lequel la fatigue sera mesurée dans deux groupes de conducteurs qui travaillent habituellement la nuit (selon la définition donnée en 3.1.2.1) au cours de quarts consécutifs de conduite de nuit, suivis de deux périodes de récupération de durée différente. (Comme on l'a vu à la section 3.1.1, s'il semble que la plupart des sujets entreprendront l'étude après seulement 60 heures de repos, on devrait envisager d'ajouter un troisième groupe qui aura bénéficié d'une période de récupération de 84 heures.) Une période de travail suivra la période de récupération.

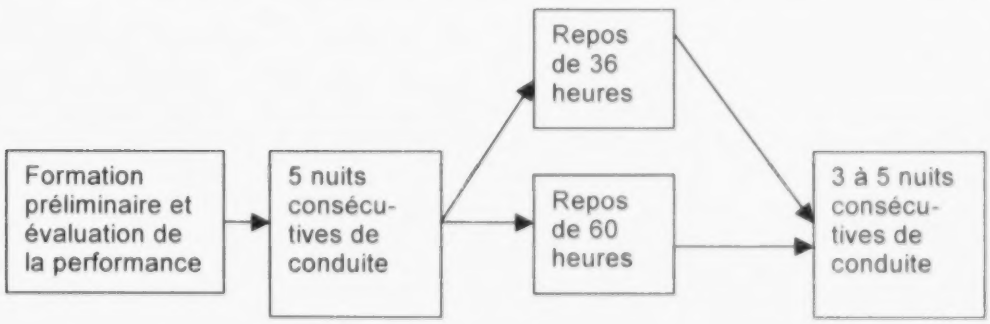


Figure 1 **Option 1 : Étude sur le terrain chez des conducteurs de nuit (plan de base)**

3.2.1.2 JUSTIFICATION

La durée de la période de récupération accordée aux conducteurs varie systématiquement. Cette période de récupération variable est suivie d'une période de travail, ce qui doit permettre d'évaluer l'adéquation de la période de récupération. Si cette dernière a permis une récupération complète, la détérioration de la performance observée durant le deuxième cycle de travail devrait être semblable à celle observée au cours du premier cycle de travail. Si la récupération est incomplète après la période de récupération, la performance devrait commencer à se détériorer plus tôt au fil des périodes consécutives de conduite du deuxième cycle de travail qu'au cours du premier, et cette détérioration devrait être plus marquée.

Le plan de base illustré à la figure 1 débute par une période de formation préliminaire (décrite à la section 3.1.1), qui permet aux conducteurs de se familiariser avec les outils d'évaluation de la performance (présentés à la section 3.1.5).

Pour être accepté dans un groupe «conduite de nuit», un conducteur devra avoir travaillé au moins deux heures entre minuit et 6 h pendant quatre des cinq quarts consécutifs d'un cycle de travail, et avoir été en service pendant au moins neuf heures par nuit pendant quatre de ces cinq quarts. Dans notre enquête sur les heures de service et la fatigue, seulement 22 p. 100 (7/32) des conducteurs «surtout de nuit» avaient travaillé moins de neuf heures, en moyenne, au cours de leurs trois quarts de travail précédents. Les cinq nuits de conduite doivent toutes comprendre au moins six heures de service. La séquence de cinq nuits de conduite a été choisie parce qu'il s'agit d'une séquence relativement courante dans l'industrie. Toutefois, une telle séquence est de nature à maximiser la fatigue susceptible de se présenter dans des conditions opérationnelles normales. De plus, le nombre de cinq nuits de conduite (à raison de quelque 10 à 12 heures par nuit) respecte le règlement sur les heures de service en vigueur au Canada.

Après leurs cinq nuits de conduite, la moitié des conducteurs auront droit à un repos de 36 heures (+/- 4 heures), et l'autre moitié, à un repos de 60 heures (+/- 4 heures). Cette marge de 32 à 40 heures (ou de 56 à 64 heures) consentie pour la période de repos rendra davantage de conducteurs admissibles à l'étude, sans compromettre la distinction entre les périodes de repos de durées différentes.

Dans le cas où on opterait pour une période de repos de référence de deux nuits (c.-à-d. 60 heures) plutôt que de trois nuits (c.-à-d. 84 heures), on devrait prévoir une condition supplémentaire de 84 heures (+/- 4 heures) de repos, pour que les chercheurs puissent étudier la récupération après trois nuits de sommeil (soit ce qu'obtiennent la plupart des travailleurs qui sont en congé la fin de semaine). Les groupes doivent être équilibrés en fonction de variables pertinentes, comme le pourcentage de temps passé au travail entre minuit et 6 h, et l'âge.

Les périodes de récupération sont conçues de façon à correspondre à une gamme normale de périodes de repos. Le repos de 36 heures (+/- 4 heures) au retour d'un dernier quart de nuit de conduite permet aux conducteurs de dormir aussi bien le jour que la nuit, au cours de ces 36 heures (+/- 4 heures), avant de reprendre le même horaire de conduite de nuit. Cette période de récupération de 36 heures (+/- 4 heures) a aussi été choisie parce que c'est la période de récupération minimale recommandée par le nouveau règlement sur les heures de service. Les 60 heures (+/- 4 heures) de

repos donnent une nuit de sommeil de plus avant le retour à la conduite de nuit. Donc, les conducteurs de cette étude bénéficieraient d'une nuit ou de deux nuits de sommeil.

La période de travail suivant la période de récupération devrait comprendre au moins trois nuits et au plus cinq nuits. Si la période de récupération a permis une récupération complète, la détérioration de la performance observée au cours de la deuxième série de cinq quarts de nuit devrait être semblable à celle observée au cours des cinq premières nuits. En cas de récupération complète, une période de trois nuits peut être suffisante pour mettre en évidence une détérioration équivalente de la performance au cours de la première et de la deuxième série de quarts de nuit. De même, en l'absence des signes d'une récupération complète, la période de travail n'aura pas besoin d'être longue pour démontrer que seulement une récupération partielle a eu lieu. Idéalement, la deuxième période de conduite devrait comporter cinq nuits, mais il faut reconnaître que si la récupération est incomplète, il peut être dangereux de continuer à conduire. Cette plage de trois à cinq nuits permet aux conducteurs de se retirer de l'étude si la fatigue devient une menace à la sécurité, ce à quoi il faut les encourager.

Dans cette option et dans toutes les autres, la sécurité des conducteurs est primordiale. D'un point de vue éthique, le processus de consentement éclairé indiquera clairement aux conducteurs qu'ils demeurent libres de s'écarter des conditions de l'étude ou de s'en retirer en tout temps. Leur sécurité doit être le premier critère de leurs décisions de conduire/se reposer.

3.2.1.3 Conducteurs

Les conducteurs admissibles à l'option 1 sont décrits aux sections 3.1.2 et 3.1.3. Ce sont les conducteurs qui font de la «conduite de nuit», selon la définition opérationnelle donnée à la section 3.1.2.1.

3.2.1.4 Mesures

Les mesures subjectives et objectives de réaction comportementale et les mesures de la conduite qui peuvent être prises pendant cette étude sur le terrain sont décrites à la section 3.1.5. L'information ci-après porte sur le moment à privilégier pour la prise de ces mesures chez les conducteurs de nuit qui participent à l'option 1. Cette information s'applique aussi aux autres études sur le terrain proposées qui portent sur la conduite de nuit (voir les sections 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 et 3.2.6).

Comme, dans cette option, les conducteurs travailleront la nuit, la fatigue et la somnolence seront évaluées au début, au milieu et à la fin de chaque quart. Pour que le moment du jour soit pris en compte, des fenêtres de deux heures pourront être définies, à l'intérieur desquelles les évaluations du début de la conduite de nuit devraient idéalement avoir lieu. Ces fenêtres de deux heures seront séparées l'une de l'autre par des intervalles de deux à trois heures. Cette séparation fait en sorte que des mesures prises à une minute d'intervalle ne puissent être attribuées à des phases circadiennes différentes, mais soient clairement distinctes. Ces fenêtres temporelles seront les mêmes pour toutes les options, ce qui facilitera les comparaisons; mais les mesures seront prises seulement si les conducteurs sont éveillés. Elles iront de 3 h à 5 h (petit matin et creux circadien), de 9 h à 11 h (milieu de la matinée), de 13 h à 15 h (creux d'après-dîner), de 18 h à 20 h (sommet circadien) et de 22 h à minuit (fin de

soirée). Il est possible que, selon son horaire, un conducteur dorme pendant une ou plusieurs de ces périodes, auquel cas on s'abstiendra de prendre des mesures.

3.2.2 Option 2 : Option 1, plus une période de quatre quarts de nuit

En plus d'une période de cinq nuits de travail suivie de 36 heures (+/- 4 heures) et 60 heures (+/- 4 heures) de repos, une période de quatre nuits de travail (minimum de 8 heures de conduite par quart) suivie de 36 heures (+/- 4 heures) de repos pourrait aussi être examinée (voir la figure 2). Dans ce dernier cas, pour être considéré conducteur «de nuit» et admissible à l'étude, un conducteur devrait avoir travaillé au moins deux heures entre minuit et 6 h, pendant trois des quatre quarts d'un cycle de travail.

L'option 2, et l'ajout d'une condition de quatre nuits de travail, permettrait aux chercheurs de déterminer si les sujets qui travaillent quatre nuits et qui ont ensuite un repos de 36 heures (+/- 4 heures) récupèrent mieux que ceux qui travaillent cinq nuits et ont 60 heures (+/- 4 heures) de repos. L'horaire de quatre nuits de travail suivies de 36 heures (+/- 4 heures) de repos permet une meilleure productivité qu'un horaire de cinq nuits de travail suivies de 60 heures (+/- 4 heures) de repos, et il pourrait être avantageux pour les entreprises.

La période de travail subséquente est la même que dans l'option 1.

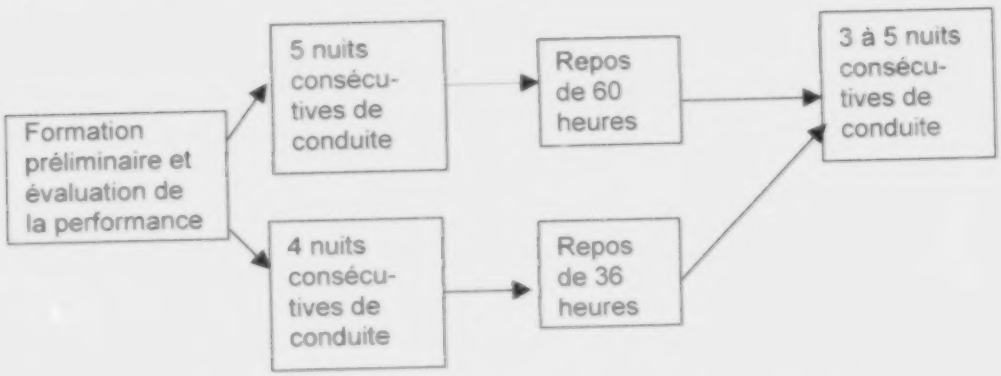


Figure 2 Option 2 : Option 1, plus une période de quatre quarts de nuit

3.2.3 Option 3 : Option 1, plus un groupe de conduite de jour

Cette option est presque identique à l'option 1, mais elle comporte en plus un groupe témoin de conducteurs de jour. On ne peut choisir les deux options 3 et 1, car l'option 1 est comprise dans l'option 3. Si on dispose des ressources nécessaires, on devrait choisir l'option 3, car elle est plus instructive. Pour être admissible à titre de conducteur «de jour», un conducteur devrait *ne pas* avoir conduit entre 23 h et 6 h, et avoir eu des périodes de service d'au moins neuf heures pendant quatre de ses cinq jours de travail.

3.2.3.1 PLAN D'EXPÉRIENCE

Le plan d'expérience proposé est essentiellement le même que pour l'option 1, avec l'ajout d'un groupe de conduite de jour (défini à la section 3.1.2), soit un plan à

mesures répétées à deux groupes, selon lequel la fatigue sera mesurée dans deux groupes de conducteurs, au cours de quarts consécutifs de conduite de jour/nuit, suivis d'une période de récupération de 36 heures (+/- 4 heures) ou de 60 heures (+/- 4 heures) (voir la figure 3). Une période de travail de cinq jours/nuits suivra la période de récupération.

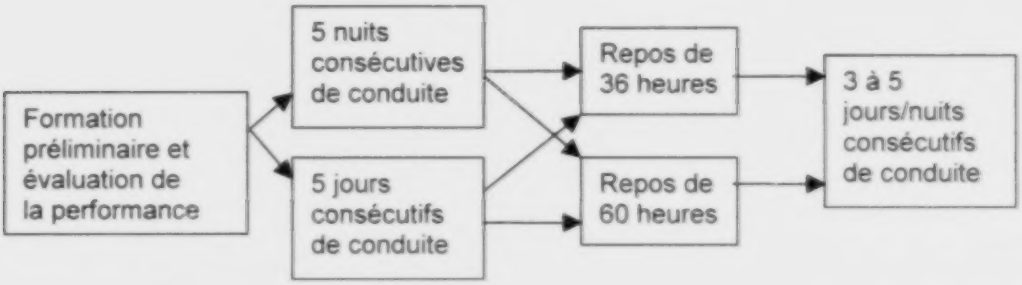


Figure 3 **Option 3 : Récupération après un horaire de jour vs récupération après un horaire de nuit**

3.2.3.2 JUSTIFICATION

Cette étude permettra de comparer la récupération chez les conducteurs de nuit et chez les conducteurs de jour. Elle permettra en outre de déterminer si la dégradation de la performance, après cinq quarts de travail, est la même chez les conducteurs de jour et les conducteurs de nuit, et si les deux groupes ont besoin d'une même période de récupération pour retrouver leur performance de base.

3.2.3.3 CONDUCTEURS

Les caractéristiques des conducteurs sont les mêmes que pour l'option 1, si ce n'est l'ajout des conducteurs de jour.

3.2.3.4 MESURES

Les mesures subjectives et objectives du comportement sont les mêmes que pour l'option 1, à ceci près : les mesures subjectives et les mesures des réactions comportementales seront prises au début, au milieu et à la fin des quarts de jour, dans des fenêtres allant de 9 h à 11 h, de 13 h à 15 h et de 18 h à 20 h, dans la mesure du possible.

3.2.4 Option 4 : Variante de l'étude sur le terrain de base – Avec sieste vs sans sieste, avant et après des conseils sur la gestion de la fatigue

Le but de cette étude est de déterminer l'effet de conseils sur la gestion de la fatigue et sur la récupération chez les conducteurs qui font des siestes, d'une part, et chez ceux qui n'en font pas, d'autre part. Pour l'essentiel, cette étude est fondée sur les mêmes postulats de base que l'option 1.

À notre sondage sur la fatigue et les heures de service, seulement un tiers des conducteurs ont indiqué les moments où il font habituellement une sieste pendant leur journée de travail. Ils font habituellement une sieste pendant le jour (22 p. 100),

pendant le chargement (20 p. 100), pendant le chargement ou le déchargement (13 p. 100), et pendant les heures de pointe (12 p. 100). Seulement 4 p. 100 des répondants ont déclaré faire une sieste entre minuit et 6 h. Enfin, 35 p. 100 ont déclaré ne jamais faire de sieste pendant leur quart de travail.

3.2.4.1 PLAN D'EXPÉRIENCE

Le plan d'expérience de base sera déterminé à partir du nombre de quarts de travail et de la durée de la période de récupération qui se seront révélés les plus favorables, d'après les résultats de l'option 2. Par exemple, s'il est déterminé que quatre nuits de travail suivies d'un repos de 36 heures permettent une meilleure récupération que cinq nuits de travail suivies d'un repos de 60 heures, c'est cet horaire qui servira d'horaire de base pour cette étude. Les conducteurs qui font une sieste et ceux qui n'en font pas travailleront alors selon cet horaire dit optimal, en deux cycles (voir la figure 4). Entre les deux périodes de travail, on leur fera quelques suggestions pour mieux lutter contre la fatigue.

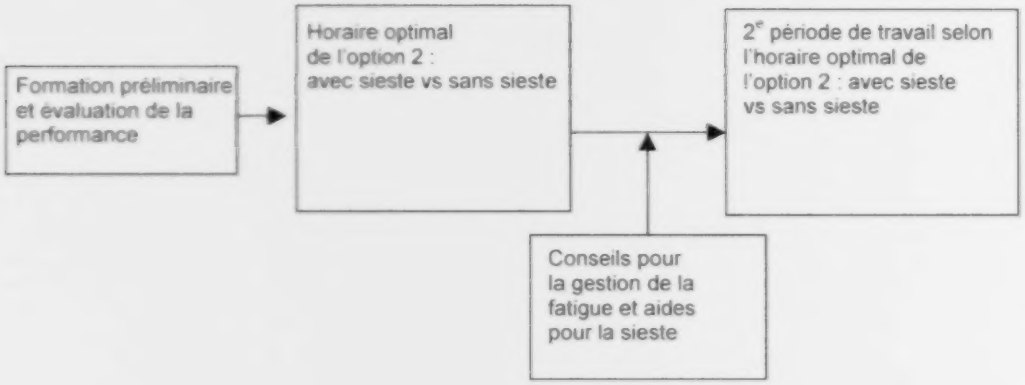


Figure 4 **Option 4 : Variante de l'étude sur le terrain de base – Avec sieste vs sans sieste, avant et après des conseils sur la gestion de la fatigue**

3.2.4.2 JUSTIFICATION

Les participants à l'étude seront d'abord sélectionnés selon le critère de la sieste (ceux qui en font et ceux qui n'en font pas). Tous les sujets suivront alors l'horaire de nuit optimal (déterminé à la suite de l'option 2). On analysera les résultats pour déterminer si la récupération des conducteurs qui ne font pas de sieste diffère de celle qui en font. Puis, on donnera à tous les sujets des conseils élémentaires concernant la gestion de la fatigue, comme la durée minimale (20 minutes) et maximale (60 minutes) d'une sieste, la durée totale maximale des siestes au cours d'une journée (deux heures), et on leur suggérera des moments propices aux siestes (p. ex., pendant le déchargement). De plus, on remettra aux sujets des articles qui peuvent favoriser la sieste (p. ex., un bandeau pour les yeux, un réveil). Ainsi munis de ces conseils et de ces aides, les sujets suivront à nouveau le même horaire dit optimal. Les chercheurs pourront alors comparer la récupération chez les conducteurs, avant et après qu'ils auront reçu des conseils sur la gestion de la fatigue et des aides pour la sieste. Ils pourront aussi examiner les habitudes liées au sommeil et aux siestes des conducteurs habitués des siestes et de ceux qui n'en font pas, après qu'ils auront reçu

des conseils sur la gestion de la fatigue. Comme il se peut que la motivation des conducteurs à suivre les suggestions sur la gestion de la fatigue amollisse avec le temps, il est proposé que soient examinées de nouveau les habitudes liées au sommeil et aux siestes plusieurs semaines, voire plusieurs mois, après la formation sur la gestion de la fatigue.

3.2.4.3 CONDUCTEURS

Les caractéristiques des conducteurs seront les mêmes que pour l'option 1, si ce n'est qu'ils seront sélectionnés avant le début de l'étude, selon qu'ils font des siestes ou n'en font pas.

3.2.4.4 MESURES

Les mesures subjectives et objectives du comportement et les mesures de la conduite seront les mêmes que pour l'option 1.

3.2.5 Option 5 : Étude sur le terrain – Sommeil agrégé vs sommeil morcelé

Cette étude sur le terrain est basée sur l'option 1. Mais, contrairement à l'option 1, elle examine les conducteurs qui ont habituellement un sommeil morcelé, par rapport à ceux qui regroupent leur sommeil en une seule période (sommeil agrégé). Un sommeil agrégé est constitué d'une période d'au plus 10 heures de sommeil au total, ou d'une période d'au plus 8 heures de sommeil à laquelle s'ajoutent des siestes (d'au plus une demi-heure chacune). Le sommeil morcelé est constitué de deux périodes de sommeil d'au moins deux heures chacune (p. ex., 2 heures + 8 heures, 4 heures + 6 heures, 5 heures + 5 heures) qui respectent le règlement en vigueur. Les sujets auront des périodes de repos d'au moins 10 heures. La durée totale du sommeil ne pourra dépasser 14 heures par période de 24 heures. Les conducteurs qui morcellent leur sommeil doivent avoir une couchette à leur disposition. Pour des raisons de sécurité, les conducteurs du groupe «sommeil morcelé» doivent être choisis parmi des conducteurs qui ont l'habitude de morceler leur sommeil, plutôt que parmi des conducteurs qui ont l'habitude de dormir pendant sept à huit heures d'affilée.

3.2.6 Option 6 : Étude sur le terrain – Autoperception de la fatigue

L'option 6 comprend deux sous-options, l'option 6A et l'option 6B. Une seule de ces deux options peut être choisie.

3.2.6.1 OPTION 6A

Dans l'option 6A, l'autoperception de la fatigue est incorporée à l'option 1 en tant que covariable, afin de voir dans quelle mesure l'autoperception de la fatigue permet de prévoir la récupération et la fatigue. Un questionnaire, élaboré et validé dans l'option 7 (étude en laboratoire), servira à la sélection et/ou au classement des sujets selon leur degré de vulnérabilité à la fatigue ou à la somnolence en conduite de nuit.

3.2.6.2 OPTION 6B

Dans l'option 6B, l'autoperception de la fatigue sert non pas de covariable, mais de condition expérimentale. Deux groupes de conducteurs sont définis selon cette condition : les conducteurs qui se sentent facilement fatigués et somnolents lorsqu'ils conduisent la nuit, et ceux qui sont peu atteints par la fatigue et la somnolence. Les sujets seront répartis dans l'un ou l'autre groupe selon leurs réponses au questionnaire

sur leur degré de vulnérabilité à la fatigue en conduite. Les deux groupes seront répartis entre les deux conditions de récupération de l'option 1 (36 ou 60 heures +/- 4 heures de repos), ce qui permettra de comparer le degré de détérioration de leur performance et la rapidité de leur récupération. Il sera important de veiller à ce que ces deux groupes soient équivalents en ce qui a trait aux différences individuelles (p. ex., années d'expérience de la conduite de nuit). L'inconvénient de cette option par rapport à l'option 6A est qu'il peut être très long de réunir la population de l'étude.

Les participants à l'atelier ont proposé une autre étude sur le terrain, qui porterait sur la façon des conducteurs de passer leur période de repos. Cette proposition a toutefois été rejetée, car il serait contraire à l'éthique d'imposer aux conducteurs des façons d'employer leur temps de repos.

3.3 Études en laboratoire

3.3.1 Option 7 : Étude en laboratoire des différences individuelles – Rapport entre l'évaluation quantitative et la perception qualitative de la récupération

Nous savons que la fatigue et la récupération sont vécues très différemment d'une personne à l'autre. Par ailleurs, la sensibilité aux effets du rythme circadien est subjective, selon les questionnaires d'autoperception. Mais nous n'avons pas de preuve que cette autoperception est juste pour ce qui est de la détérioration de la performance ou de la somnolence subjective. (Nota : les participants à l'atelier divergeaient d'opinion au sujet de la valeur de l'autoperception, et ils ont proposé d'éliminer la présente option. Il s'agit cependant d'une option que Transports Canada considère utile d'explorer.) Cette option consiste, en premier lieu, à élaborer un questionnaire d'autoperception de la vulnérabilité à la fatigue et à la somnolence en conduite, à utiliser ce questionnaire pour sélectionner et/ou classer les sujets selon leur degré de vulnérabilité perçue, puis à vérifier la justesse de leur autoperception au moyen d'une étude en laboratoire. En prenant comme exemple la conduite de nuit, le questionnaire pourrait comprendre les critères suivants :

Autoperception de la conduite de nuit :

- Peu de difficulté à conduire la nuit.
- Beaucoup de difficulté à conduire la nuit.

Autoperception de la récupération :

- Peu de difficulté à récupérer après avoir conduit la nuit.
- Beaucoup de difficulté à récupérer après avoir conduit la nuit.

Les questions peuvent également porter sur des difficultés associées aux longs trajets ou sur le besoin de récupérer après des périodes de travail déterminées.

Dans toutes les options, l'autoperception de la fatigue et de la récupération devrait être prise en compte, de façon que les groupes soient équilibrés. Par ailleurs, cette variable peut également servir de covariable dans l'examen de l'effet des différentes périodes de récupération, comme c'est le cas pour l'option 6A.

Idéalement, la présente étude en laboratoire devrait être menée avant toute étude sur le terrain portant sur l'autoperception de la fatigue (option 6, p. ex.). Il est beaucoup moins coûteux de recourir à une étude en laboratoire qu'à une étude sur le terrain pour évaluer si l'autoperception de la fatigue possède une quelconque valeur prédictive. La présente étude permettrait aux chercheurs d'élaborer et de valider le questionnaire avant qu'il soit utilisé sur le terrain. Celui-ci pourrait alors servir de mesure objective de la susceptibilité à la perturbation du rythme circadien et du pouvoir réparateur du sommeil, et les sujets pourraient être sélectionnés ou classés selon cette susceptibilité, au moyen de critères de sélection qui se seraient révélés prédicteurs de la performance.

3.3.1.1 PLAN D'EXPÉRIENCE

Comme il est exposé à la section 3.3.1.2, les conducteurs se présenteraient après avoir vaqué à leurs activités normales d'un jour de repos et recevraient une formation sur les tâches à accomplir au cours de l'étude en laboratoire subséquente. Ils seraient alors gardés éveillés pendant toute la nuit et leurs niveaux de fatigue et de performance seraient enregistrés toutes les heures, afin d'établir la relation entre, d'une part, l'autoperception de la difficulté à conduire la nuit et à récupérer et, d'autre part, la récupération mesurée.

Afin d'évaluer les différences individuelles associées au pouvoir réparateur du sommeil, il est proposé de donner aux conducteurs la possibilité de dormir après leur nuit de privation de sommeil, et d'entreprendre alors une période d'évaluation continue, pendant laquelle le niveau de récupération de la performance sera évalué, de même que la durabilité de cette performance (voir la figure 5).

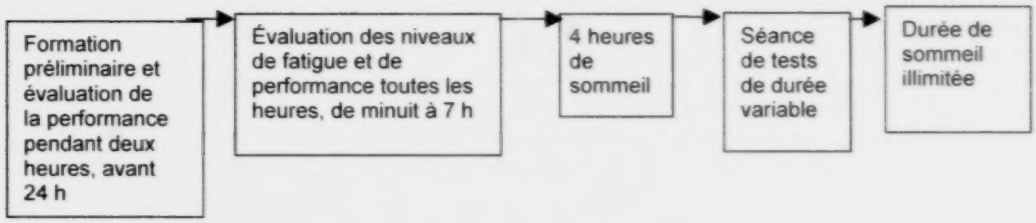


Figure 5 **Option 7 : Étude en laboratoire des différences individuelles : Rapport entre l'évaluation quantitative et la perception qualitative de la récupération**

3.3.1.2 JUSTIFICATION

Comme des études antérieures réalisées dans l'industrie du camionnage ont montré que les camionneurs ne dorment que quatre à cinq heures environ lorsqu'ils travaillent la nuit, il est proposé d'évaluer d'abord la capacité de récupérer en réveillant les conducteurs après quatre heures de sommeil. Il est également proposé que cette période de sommeil soit suivie d'une période d'évaluation continue de la fatigue et de la performance (comme pendant la première nuit de privation de sommeil). Cette deuxième période d'évaluation pourrait durer jusqu'à 24 heures.

Il est proposé que cette séance de tests soit d'une durée variable et qu'elle prenne fin lorsqu'un certain degré de détérioration de la performance, tel qu'établi par des tests normalisés, est atteint. Ainsi est-il proposé de mettre fin à la partie «récupération» de l'étude lorsqu'une détérioration de 20 p. 100 de la performance est observée par rapport à la performance mesurée au début de l'étude, un seuil généralement utilisé dans les essais cliniques. Les conducteurs seront alors renvoyés chez eux (par un moyen de transport approprié) où ils pourront dormir autant qu'ils le voudront.

Pour neutraliser les effets de l'apprentissage, qui peuvent être présents même après une formation approfondie, la performance après le sommeil sera comparée à la meilleure performance avant le sommeil, même si cette meilleure performance n'était pas la performance initiale. De plus, le seuil de performance optimale devrait être le même durant plus d'une période de mesure, de façon à prévenir un «soubresaut» statistique artificiellement élevé dans les mesures de performance.

Une telle étude servirait à caractériser les conducteurs selon l'effet des rythmes circadiens sur leur performance et leur habileté à récupérer rapidement à la suite de périodes de privation de sommeil. Ces données seraient très utiles en ce qu'elles définiraient de façon objective la susceptibilité des conducteurs aux facteurs associés aux rythmes circadiens et à la récupération. C'est pourquoi cette étude doit être menée avant toute étude sur le terrain.

3.3.1.3 Conducteurs

Les caractéristiques des conducteurs seront les mêmes que pour l'option 1. Cependant, il peut être intéressant de sélectionner les conducteurs qui se perçoivent comme très susceptibles ou très peu susceptibles à la fatigue durant la conduite.

3.3.1.4 Mesures

Les mesures de la performance comprendront les mêmes mesures objectives que les études sur le terrain (décrites à la section 3.1.5), ainsi que des tests normalisés pour l'évaluation en laboratoire de la cognition et de l'attention.

En plus des mesures ci-dessus et des mesures subjectives et objectives (par l'actigraphie) de la fatigue et du sommeil décrites à la section 3.1.5, il est recommandé de prendre des mesures physiologiques. Comme cette étude sera menée en laboratoire, il sera possible de recourir aux mesures «idéales» du rythme circadien et du sommeil – température corporelle, dosage hormonal, enregistrements polysomnographiques. Il est possible de déterminer la phase du rythme circadien endogène par dosage hormonal, lequel suppose le prélèvement d'un échantillon sanguin. La pose d'un cathéter permanent permet de prélever le sang pendant le sommeil et de mesurer les niveaux d'hormones comme la mélatonine plasmatique ou le cortisol plasmatique. De plus, l'urine peut servir à mesurer la 6-sulfatoxy mélatonine. La température corporelle peut être prise à l'aide d'un thermomètre rectal toutes les minutes, tout au long du protocole. Ces mesures physiologiques permettent d'obtenir des données importantes sur le sommeil de récupération; elles sont toutefois plus dérangeantes et plus coûteuses que des mesures comme l'actigraphie.

Des mesures de la performance en simulateur de conduite peuvent aussi être prévues, sous la forme de séances d'essai de 20 à 30 minutes toutes les 90 minutes, pour

mesurer la performance dans le temps. La sensibilité aux variations circadiennes serait ainsi définie de façon objective.

3.3.2 Option 8 : Étude en laboratoire de l'effet du sommeil agrégé par rapport au sommeil morcelé sur la récupération

Cette étude vise à étayer un conseil que donnent des programmes de gestion de la fatigue, à savoir que le sommeil agrégé ou ininterrompu est préférable au sommeil morcelé. Diverses études ont donné à penser que le sommeil agrégé est bénéfique, mais aucune n'a examiné la question sur le plan de la récupération. Le but de la présente option est de déterminer si le sommeil agrégé réduit la période de récupération nécessaire. Cette information servira également à évaluer certaines recommandations formulées récemment pour permettre aux conducteurs de prendre en deux périodes séparées les 10 heures de repos auxquelles ils sont tenus. Ainsi, en vertu d'une révision récente du règlement en vigueur aux États-Unis (49 CFR, parties 385, 390 et 395, 28 avril 2003; et modification de forme, règle finale édictée le 30 septembre 2003), les conducteurs seuls peuvent accumuler l'équivalent de 10 heures de repos consécutives en passant deux périodes de repos dans une couchette, pourvu qu'aucune de ces périodes n'ait une durée inférieure à deux heures. Un comité d'experts canadiens (George, Laberge-Nadeau, Moldofsky, Rhodes et Vespa, 2003) a récemment formulé une recommandation semblable, soit de permettre aux conducteurs seuls de diviser la période de repos obligatoire de 10 heures en deux périodes dont aucune ne peut être inférieure à deux heures.

Cette étude aidera à déterminer si une période de sommeil agrégé de huit heures, tombant à un mauvais moment (pendant une phase circadienne non propice au sommeil) est moins favorable à la récupération que deux périodes de sommeil de quatre heures synchronisées avec le rythme circadien. De plus, cette option aidera à déterminer si une seule période de sommeil de huit heures, synchronisée avec le rythme circadien, permet une meilleure récupération que deux périodes de sommeil de quatre heures, elles aussi synchronisées avec le rythme circadien. La durée proposée (huit heures) permettra aux chercheurs d'examiner les conditions les plus extrêmes auxquelles les conducteurs peuvent être confrontés. Toutefois, s'ils veulent mieux refléter les recommandations récentes touchant le morcellement de la période de repos en couchette, les chercheurs pourraient faire passer la période totale de repos à 10 heures (c.-à-d. sommeil agrégé de 10 heures; sommeil morcelé en deux périodes, dont aucune ne peut avoir une durée inférieure à deux heures, pour un total de 10 heures).

3.3.2.1 Plan d'expérience

Le plan d'expérience est un plan mixte à mesures répétées à deux (condition «sommeil» : morcelé ou agrégé) x deux (moment du sommeil : favorable ou défavorable) x trois (période de récupération) groupes, selon lequel trois groupes de conducteurs sont suivis pendant cinq jours/nuits de conduite, suivis de trois périodes de récupération de durée variable (c.-à-d. un repos de 36, 60 ou 84 heures) (voir la figure 6). Une période de conduite de trois à cinq jours/nuits suivra la période de récupération.

Ce plan permettra de comparer l'effet du sommeil agrégé, par rapport au sommeil morcelé, sur la récupération à la suite de la conduite de nuit, et l'effet du sommeil

agrégé, par rapport au sommeil morcelé, sur la récupération à la suite de la conduite de jour.

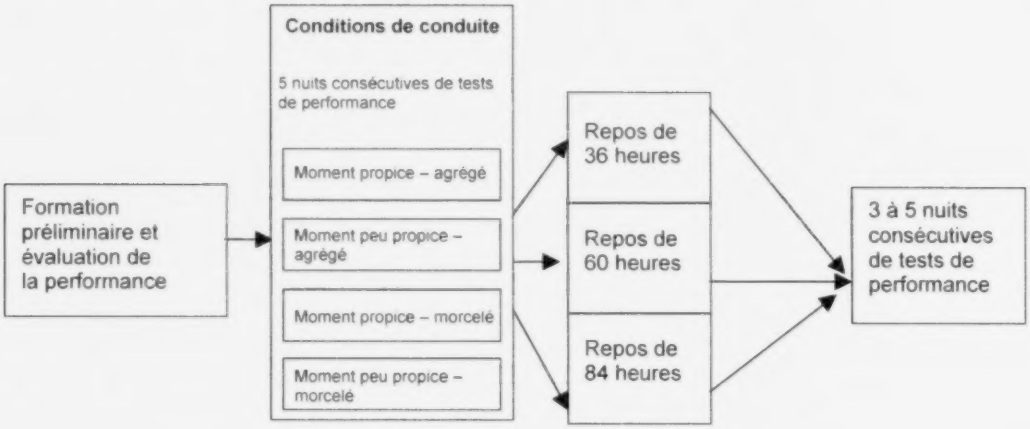


Figure 6 **Option 8 : Étude en laboratoire de l'effet du sommeil agrégé vs le sommeil morcelé sur la récupération**

3.3.2.2 JUSTIFICATION

Le plan d'expérience est un plan mixte à mesures répétées. Le moment et le type de sommeil (c.-à-d. horaire favorable ou défavorable), et le moment de la conduite varieront, de même que la durée de la période de récupération. Les quatre conditions «sommeil» résulteront de la combinaison du moment du sommeil et du type de sommeil (agrégé vs morcelé). Les voici : condition 1 – moment propice au sommeil, sommeil agrégé; condition 2 – moment propice au sommeil, sommeil morcelé; condition 3 – moment peu propice au sommeil, sommeil agrégé; condition 4 – moment peu propice au sommeil, sommeil morcelé. Dans la mesure du possible, on utilisera, pour mesurer la performance, les méthodes proposées pour les études sur le terrain.

Les conducteurs participeront à une «séance de conduite» de 12 heures (temps passé dans un simulateur de conduite et participation à des mesures objectives et subjectives de la fatigue) durant chacun des cinq jours. Pour que l'étude ne soit pas faussée par des durées de sommeil différentes, le temps passé au lit (maximum de huit heures) sera le même à chacun des cinq jours des conditions «conduite». Ainsi, les conducteurs auront chaque jour 12 heures de repos au *total* (dont huit heures au lit). Le tableau 1 présente les heures de repos totales des conducteurs, de même que leurs heures de sommeil et leurs heures de conduite. Si la durée de la période prévue pour le sommeil devait être portée à 10 heures (c.-à-d. soit une seule période agrégée de 10 heures, soit deux périodes morcelées, dont aucune ne pourrait avoir une durée inférieure à deux heures, pour un total de 10 heures), les périodes de repos débuteraient alors une heure avant, et se termineraient une heure après, les heures indiquées au tableau 1.

Tableau 1 Heures de sommeil, de conduite et de repos – Option 8

	Condition 1 : Moment propice au sommeil – Agrégé	Condition 2 : Moment propice au sommeil – Morcelé	Condition 3 : Moment peu propice au sommeil – Agrégé	Condition 4 : Moment peu propice au sommeil – Morcelé
Heures de repos totales (y compris les heures de sommeil)	22 h – 10 h	1 h – 7 h 13 h – 19 h	9 h – 21 h	10 h – 16 h 20 h – 2 h
Heures de sommeil *(max. 8 heures)*	24 h – 8 h	2 h – 6 h 14 h – 18 h	11 h – 19 h	11 h – 15 h 21 h – 1 h
Heures de conduite *(12 heures)*	10 h – 22 h	7 h – 13 h 19 h – 2 h	21 h – 9 h	16 h – 21 h 2 h – 10 h

Il est important de noter que les heures du tableau 1 s'appliquent aux sujets qui dorment normalement de minuit à 8 h. Ces heures peuvent être modifiées pour les personnes du type du matin («alouettes») et du soir («hiboux»). Par exemple, un sujet qui dort normalement de 22 h à 6 h pourrait avoir un horaire de sommeil qui débute deux heures plus tôt que celui montré au tableau 1. De même, un sujet qui dort normalement de 2 h à 10 h pourrait avoir un horaire qui débute deux heures plus tard.

Les conducteurs de chaque condition auront une période de récupération de 36, 60 ou 84 heures. Celle-ci sera suivie par une période d'au moins trois et d'au plus cinq nuits de travail.

3.3.2.3 CONDUCTEURS

Les caractéristiques des conducteurs seront les mêmes que dans l'option 1.

3.3.2.4 MESURES

Les mesures subjectives et les mesures objectives de réaction comportementale des options 1 à 4 seront reprises dans cette étude, qui comportera en outre des mesures de la performance dans un simulateur de conduite. Ces dernières mesures dépendront en partie du simulateur de conduite retenu. Idéalement, la mesure de la performance qui, parmi celles utilisées dans les options 1 à 4, s'est révélée le plus fiablement influencée par la somnolence, soit les déviations de trajectoire, devrait être utilisée. En outre, comme dans les options 1 à 4, l'analyse des vidéos des trois minutes précédant le début d'un incident critique peut être envisagée.

En plus des mesures ci-dessus, les mesures physiologiques décrites à l'option 7 sont recommandées.

3.4 Études épidémiologiques

3.4.1 Option 9 : Étude épidémiologique de l'effet de l'horaire et de la période de récupération sur le risque d'accident

La dernière étude proposée consiste en une étude épidémiologique cas-témoin semblable à une étude réalisée en 1987 (Jones et Stein, 1987). On recueillera les

données sur les horaires concernant plusieurs centaines de camionneurs impliqués dans des accidents, et celles concernant un échantillon témoin de même taille. Le nombre de conducteurs sera établi d'après le degré d'exactitude avec lequel on souhaite prévoir le changement dans le risque d'accident. Voici les données à recueillir :

- jours de travail consécutifs depuis la dernière période de repos d'au moins 24 heures
- heures de travail depuis la dernière période de repos d'au moins 24 heures
- heures de travail depuis la dernière période de 7 heures de sommeil
- heures totales depuis la dernière période de repos d'au moins 24 heures
- heures totales depuis la dernière période de 7 heures de sommeil
- nombre de quarts de travail qui comportaient au moins 2 heures de travail entre minuit et 6 h
- pourcentage des heures de travail qui tombaient entre minuit et 6 h depuis la dernière période de repos d'au moins 24 heures
- durée de la dernière période de récupération (minimum de 24 heures)

Chaque conducteur impliqué dans un accident sera apparié à un conducteur témoin. Les conducteurs témoins seront des conducteurs qui conduisent un véhicule de même type (par ex., semi-remorque, porteur isolé), que les conducteurs du groupe «expérimental», sur le même tronçon de route, le même jour de la semaine et à la même heure, à deux heures près, où est survenu l'accident. Une analyse de régression multiple sera effectuée afin de déterminer le lien entre les heures de travail depuis la dernière période de repos de 24 heures, le pourcentage des heures de travail de nuit et la durée de la dernière période de récupération, d'une part, et le risque d'accident, d'autre part.

De plus, les horaires des conducteurs impliqués dans les accidents seront intégrés dans plusieurs des modèles de fatigue, ce qui permettra de déterminer si l'horaire aurait prédit un accident associé à la fatigue. Plus particulièrement, la valeur prédictive des modèles proposés par Akerstedt (Akerstedt et Folkard, 1995; Akerstedt et Folkard, 1997), Balkin (Balkin, Thome, Sing, Thomas, Redmond, Wesensten, Williams, Hall et Belenky, 2000) et Dawson et Fletcher (Dawson et Fletcher, 2001) sera déterminée. Pour autant que ces modèles aient une bonne valeur prédictive, les horaires susceptibles d'induire de la fatigue seront «validés» par les données sur les accidents.

4. ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE

La présente partie vise à transmettre aux chercheurs qui mettront en œuvre l'un ou l'autre des protocoles proposés les connaissances nécessaires en matière d'éthique de la recherche pour élaborer un protocole de recherche complet et conforme aux normes éthiques actuelles. On y explique d'abord pourquoi il est nécessaire d'adopter une conduite éthique avant de faire un bref historique des pratiques éthiques actuelles, en 4.2. Cet historique est suivi d'une revue des règles éthiques en vigueur au Canada et aux États-Unis (section 4.3) et d'une description du processus d'examen éthique dans les deux pays (section 4.4). La section 4.5 présente un exemple concret, soit l'examen, du point de vue éthique, d'une étude antérieure de la fatigue chez les conducteurs. Le but de l'exercice est de dégager des enseignements qui amèneront les futurs chercheurs à éviter certains écueils et à reconnaître les éléments auxquels ils devront accorder une attention particulière, tant dans le protocole de recherche que dans la formule de consentement. On trouvera à la section 4.6 des commentaires portant précisément sur les protocoles proposés dans le présent rapport ainsi qu'une formule de consentement type pour le protocole de l'option 1. Cette partie se termine par des lignes directrices concernant la rédaction de protocoles de recherche et de formules de consentement, et par un modèle général de formule de consentement qui, moyennant quelques modifications, pourrait s'appliquer à la version définitive d'un protocole de recherche sur la fatigue et la récupération. Il est à espérer que le contenu de cette partie – notions de base, règles en vigueur au Canada et aux États-Unis, problèmes particuliers associés à des protocoles de recherche antérieurs portant sur le même sujet, enjeux précis touchant certains des protocoles proposés dans le présent rapport, lignes directrices pour rédiger des protocoles de recherche et des formules de consentement – aideront les futurs chercheurs à élaborer des projets de recherche respectueux de l'éthique, qui protégeront la sécurité, la dignité et l'autonomie des conducteurs qui participeront à leurs études.

4.1 Pourquoi une éthique de la recherche?

Avant d'entreprendre une étude sur la récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires, les futurs chercheurs et parrains (ceux qui appuient financièrement la recherche) devront avoir une connaissance approfondie des principes éthiques à la base de tout projet de recherche responsable. Cela est particulièrement impératif à l'heure où l'on s'intéresse de plus en plus à l'éthique de la recherche et où les gouvernements canadiens légifèrent sur la protection de la vie privée, tant au palier fédéral (*Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques*) que provincial (p. ex., nouveau projet de loi 31 de l'Ontario sur la protection des renseignements médicaux, 2003).

Mais plus important encore, la connaissance des principes éthiques est nécessaire pour protéger les conducteurs contre les risques que pourrait poser l'étude. En accordant une importance primordiale à la sécurité des conducteurs, les chercheurs se trouvent à protéger indirectement leurs supérieurs, leurs employeurs et même les parrains de l'étude, en assujettissant celle-ci aux normes éthiques les plus sévères de l'heure. Des chercheurs qui seraient aveugles aux questions d'éthique de la recherche et qui de ce fait n'exerceraient pas une diligence raisonnable à cet égard manqueraient à leur devoir de protéger les sujets de leurs expériences. Bien sûr, aucune recherche n'est à l'abri d'événements indésirables imprévus, mais lorsque surviennent de tels événements, les organismes de réglementation, les tribunaux et le public veulent

habituellement, dans un premier temps, connaître la réponse à deux questions : a) exerçait-on une diligence raisonnable avant que l'événement se produise? b) le chercheur et le parrain ont-ils promptement apporté les correctifs voulus?

Selon les principes actuels concernant l'éthique de la recherche, il incombe généralement aux chercheurs et aux parrains de protéger les intérêts des sujets qui participent à leurs expériences. En l'occurrence, il incombe aux chercheurs d'informer les sujets des présentes études (conducteurs de véhicules utilitaires) des risques réels et attendus ou anticipés qu'ils courront en prenant part à l'étude. De plus, dans un projet de recherche appliquée, réalisé en milieu naturel, le chercheur principal (CP) et le parrain de l'étude ont la responsabilité plus exigeante de s'assurer que les personnes qui font partie de l'entourage des sujets : a) soient informées du comportement éthique approprié concernant les procédures de l'étude, b) manifestent un engagement à l'égard des attentes reliées à l'étude, c) puissent faire la distinction entre les attentes reliées à l'étude et les attentes normales reliées à la tâche, dans le milieu de travail. Si toutes ces conditions (en particulier la dernière) ne peuvent être respectées, il faut renoncer à la recherche.

Une autre caractéristique restrictive prévue par les lignes directrices en vigueur en matière d'éthique est que nul ne doit être exposé à quelque degré de risque (physique, psychologique, violation de la vie privée, administratif) au cours d'une recherche, si l'objet ou le protocole de cette recherche a une valeur douteuse ou si la recherche n'est pas réalisable. Il est essentiel, pour soumettre des sujets à une recherche quelconque, que la question que l'on veut étudier soit valide, et que leur participation à l'étude permette d'y répondre (question valide et étude réalisable). Si la question posée est douteuse ou que l'on ne peut raisonnablement s'attendre à ce que l'étude proposée y réponde, l'étude ne peut éthiquement être menée.

Le fait pour le CP et le parrain de manquer à ces devoirs et responsabilités a des conséquences. Dans la plupart des pays, le manquement aux règles de l'éthique de la recherche entraîne des sanctions, comme l'arrêt du financement de la recherche et de possibles actions en justice et/ou actions professionnelles pouvant mener au versement de dommages ou au retrait du permis d'exercice. Partout, la reconnaissance du défaut de protéger les sujets d'une étude mène à un blâme social et condamne le chercheur à l'ostracisme. À certains endroits, un tel manquement constitue une infraction et entraîne les sanctions prévues par la loi.

4.2 Genèse des politiques et des lois actuelles en matière d'éthique de la recherche

4.2.1 Cruauté envers les animaux

La protection moderne des espèces animales contre la cruauté des humains est apparue dès 1822 au Royaume-Uni, mais cette protection ne visait que les animaux. Il aura fallu attendre plus d'un siècle pour que les êtres humains soient protégés contre la cruauté et certains diront que nous sommes encore loin d'y être arrivés. Au Royaume-Uni, les expériences sur les animaux ont été réglementées par la *Cruelty to Animals Act* de 1876, qui s'inspirait des travaux de la *Society for the Prevention of Cruelty to Animals*. Ce n'est qu'après la Deuxième Guerre mondiale qu'un code semblable a été adopté pour les sujets humains – soit quelque 71 ans ou plusieurs générations après la mise en vigueur des mêmes principes pour les animaux.

4.2.2 Le code de Nuremberg

La protection des êtres humains sujets d'expérimentations est devenue réalité après un procès tenu à Nuremberg pour juger les criminels de guerre nazis qui avaient mené des expériences médicales sur des prisonniers. Le code de Nuremberg, publié en 1947, décrit les types d'expériences qui peuvent être menées sur des sujets humains, en insistant sur les contraintes éthiques à respecter et sur la nécessité d'exercer une surveillance éthique rigoureuse sur les expériences menées sur des sujets humains. Voici ce que dit le code de Nuremberg - 1947 à la section «Expériences médicales admissibles» (ces principes peuvent généralement s'appliquer à toutes les expérimentations sur des êtres humains) :

> Selon la preuve prépondérante devant nous, certains types d'expériences médicales sur des êtres humains, lorsqu'elles sont contenues à l'intérieur de limites raisonnablement bien définies, sont généralement conformes aux principes éthiques de la profession médicale. Les défenseurs de la pratique d'expérimentations humaines justifient leur point de vue en faisant valoir que de telles expériences produisent des résultats pratiques pour le bien de la société impossibles à obtenir par d'autres méthodes ou moyens d'étude. Tous conviennent, toutefois, de la nécessité de respecter certains principes de base afin de satisfaire à des concepts moraux, éthiques et juridiques :
>
> 1. Le consentement volontaire du sujet humain est absolument essentiel. Cela veut dire que la personne intéressée doit jouir de capacité légale totale pour consentir ; qu'elle doit être laissée libre de décider, sans intervention de quelque élément de force de fraude, de contrainte, de supercherie, de duperie ou d'autres formes de contraintes ou de coercition. Il faut aussi qu'elle soit suffisamment renseignée, et connaisse toute la portée de l'expérience pratiquée sur elle, afin d'être capable de mesurer l'effet de sa décision. Avant que le sujet expérimental accepte, il faut donc le renseigner exactement sur la nature, la durée, et le but de l'expérience, ainsi que sur les méthodes et moyens employés, les dangers et les risques encourus; et les conséquences pour sa santé ou sa personne, qui peuvent résulter de sa participation à cette expérience.
>
>   L'obligation et la responsabilité d'apprécier les conditions dans lesquelles le sujet donne son consentement incombent à la personne qui prend l'initiative et la direction de ces expériences ou qui y travaille. Cette obligation et cette responsabilité s'attachent à cette personne, qui ne peut les transmettre à nulle autre sans être poursuivie.
>
> 2. L'expérience doit avoir des résultats pratiques pour le bien de la société impossibles à obtenir par d'autres moyens : elle ne doit pas être pratiquée au hasard et sans nécessité.
>
> 3. Les fondements de l'expérience doivent résider dans les résultats d'expériences antérieures faites sur des animaux, et dans la connaissance de la genèse de la maladie ou des questions de l'étude, de façon à justifier par les résultats attendus l'exécution de l'expérience.

4. L'expérience doit être pratiquée de façon à éviter toute souffrance et tout dommage physique et mental, non nécessaires.

5. L'expérience ne doit pas être tentée lorsqu'il y a une raison *a priori* de croire qu'elle entraînera la mort ou l'invalidité du sujet, à l'exception des cas où les médecins qui font les recherches servent eux-mêmes de sujets à l'expérience.

6. Les risques encourus ne devront jamais excéder l'importance humanitaire du problème que doit résoudre l'expérience envisagée.

7. On doit faire en sorte d'écarter du sujet expérimental toute éventualité, si mince soit-elle, susceptible de provoquer des blessures, l'invalidité ou la mort.

8. Les expériences ne doivent être pratiquées que par des personnes qualifiées. La plus grande aptitude et une extrême attention sont exigées tout au long de l'expérience, de tous ceux qui la dirigent ou y participent.

9. Le sujet humain doit être libre, pendant l'expérience, de faire interrompre l'expérience, s'il estime avoir atteint le seuil de résistance, mentale ou physique, au-delà duquel il ne peut aller.

10. Le scientifique chargé de l'expérience doit être prêt à l'interrompre à tout moment, s'il a une raison de croire que sa continuation pourrait entraîner des blessures, l'invalidité ou la mort pour le sujet expérimental.

(Vollmann, Winau, Proctor, Hanauske-Abel, Seidelman, Weindling, Brentlinger et Barnouti, 1996) (Trad. française tirée de F. Bayle, Croix gammée contre caducée. Les expériences humaines en Allemagne pendant la Deuxième Guerre mondiale, Neustadt, Commission scientifique des Crimes de guerre, 1950.)

Le code de Nuremberg est important en ce qu'il a établi les principes éthiques appliqués aux sujets qui participent à des expériences médicales. Même si ces principes sont de nature générale, ils ont été acceptés presque tels quels par les chercheurs qui dirigent des recherches médicales et non médicales, car ils constituent les principes éthiques fondamentaux qui s'appliquent aux droits humains des personnes participant à des recherches.

4.2.3 Le rapport Belmont (États-Unis)

D'autres importantes initiatives ont suivi, comme le rapport Belmont (*The Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research*). Durant la formation de la commission, le Président Nixon déclarait que le rapport Belmont constituerait le plus important apport du pays au patrimoine intellectuel mondial, sans doute parce qu'il allait renforcer les droits des sujets de recherche au respect de leur dignité.

Ce rapport a été commandé le 18 avril 1979 par la National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioural Research, du

Department of Health, Education, and Welfare des États-Unis. Un des mandats de la commission était de déterminer les grands principes éthiques qui devraient sous-tendre la conduite des recherches biomédicales et **comportementales** [c'est nous qui soulignons] sur des sujets humains, et d'élaborer des lignes de conduite pour que les recherches soient menées conformément à ces principes éthiques. Ce faisant, la commission avait pour consigne de prendre en compte : (i) la frontière entre, d'une part, la recherche biomédicale et comportementale et, d'autre part, la pratique courante et reconnue de la médecine, (ii) le rôle de l'évaluation des risques et des avantages dans la détermination de la pertinence de recherches sur des sujets humains, (iii) les lignes de conduite à respecter dans la sélection des sujets de telles recherches et (iv) la nature et la définition du consentement éclairé dans divers cadres de recherche (National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research, 1979).

Le rapport Belmont résume les principes éthiques fondamentaux définis par la commission au cours de ses travaux. Il s'agit d'une déclaration de principes et de lignes de conduite de base qui devraient faciliter la résolution des problèmes déontologiques qui peuvent se poser lors de la conduite de recherches avec des sujets humains. Au moment de sa parution, le rapport Belmont n'a recommandé aucune mesure administrative particulière au Secretary of Health, Education, and Welfare. La commission a néanmoins recommandé que le rapport soit adopté sans réserve, en tant qu'énoncé de politique du département. Il a ultérieurement été promulgué sous forme de loi, moyennant des modifications mineures, et est devenu le document de référence fondamental de la politique américaine en la matière.

4.2.4 Étude Tuskegee

Malgré l'existence de codes d'éthique, des populations vulnérables ont continué à être utilisées aux fins de recherches, comme les prisonniers, les patients d'établissements psychiatriques et, le groupe le plus important peut-être, celui des personnes ordinaires sans méfiance. Dans ce dernier groupe, la population vulnérable sans doute la plus marquante est celle qui a servi à l'étude Tuskegee sur la syphilis, menée par le Public Health Department des États-Unis. Dans cette étude, les chercheurs du gouvernement ont continué à observer la syphilis, sans la traiter, chez des sujets noirs du sud des États-Unis, surtout des métayers, pendant des décennies après la mise en marché de traitements efficaces. On fait souvent référence à cette tristement célèbre étude (dans laquelle on a caché à 401 hommes afro-américains de l'Alabama durant 40 ans qu'ils faisaient l'objet de recherches sur la syphilis «non traitée») pour expliquer pourquoi les Afro-Américains ne font pas confiance au système de soins de santé et refusent de participer à des essais cliniques. L'étude Tuskegee sur la syphilis est plus généralement citée comme l'une des pires violations de l'éthique [de la recherche] médicale. Elle a donné naissance aux comités de surveillance de l'éthique ainsi qu'au processus de consentement éclairé. L'étude Tuskegee est souvent considérée, rétrospectivement, comme l'équivalent américain des expérimentations médicales nazies. Il ne faut toutefois pas oublier qu'elle s'est poursuivie aux États-Unis après l'adoption du rapport Belmont et du code de Nuremberg. L'étude Tuskegee n'est pas un exemple isolé : plusieurs autres exemples existent. Voilà pourquoi il importe d'accorder la plus grande priorité aux principes éthiques et de faire de la protection des sujets de recherche la préoccupation centrale de nos débats et de nos réflexions.

4.2.5 L'éthique aujourd'hui

Des cas comme ceux évoqués ci-dessus sont rares de nos jours. Mais les États-Unis ont tout de même mis sur pied en 1988 un *Office of Human Research Protection* (OHRP), bureau qui s'assure du respect des principes d'éthique de la recherche. Ainsi, par suite de constatations faites par l'OHRP, des travaux de recherche ont été interrompus au *Children's Hospital* de Los Angeles, à l'Université Duke (une université spécialisée en médecine qui jouit d'une grande renommée aux États-Unis) et à l'Université Johns Hopkins (le plus gros centre de recherche financé par le gouvernement fédéral aux États-Unis). Il n'existe pas au Canada d'organisme de surveillance aussi puissant, ni de grand organisme de surveillance légalement constitué. Mais, en 2001, Santé Canada inscrivait dans la loi la nécessité de faire une évaluation éthique de tous les essais cliniques menés au Canada (Comités d'éthique de la recherche - CÉR). De leur côté, certaines législatures provinciales ont adopté, ou sont sur le point d'adopter, des lois sur la protection de la vie privée (p. ex., le projet de loi 31, en Ontario) pour garantir la confidentialité des données personnelles des sujets de recherche et empêcher toute collecte, utilisation ou divulgation inappropriées de ces données. Mais ni au Canada, ni aux États-Unis, il n'existe de loi pour protéger les droits des personnes participant à des recherches en général. Cependant, les sujets qui participent à des études financées par le gouvernement fédéral du Canada ou des États-Unis jouissent d'une telle protection. Au Canada, on s'attend que tous les ministères fédéraux souscrivent à l'Énoncé de politique des trois Conseils (ÉPTC), qui régit la recherche financée par les fonds publics fédéraux. De même, aux États-Unis, on s'attend que les départements fédéraux se conforment à la loi qui régit la distribution de fonds de recherche fédéraux. Ainsi, dans le cas précis des travaux de recherche proposés dans le présent rapport, on s'attend que les ministères, contractants et chercheurs se conformeront à tous les principes éthiques pertinents adoptés par le gouvernement fédéral.

Les milieux de l'éthique préconisent généralement une adhésion encore plus stricte à ces principes éthiques, de façon que personne, même avec les meilleurs motifs d'ordre scientifique et social, ne puisse entreprendre des études qui seraient contraires aux principes éthiques les plus rigoureux. De plus, comme les recherches portant sur le camionnage ont souvent réuni des conducteurs du Canada et des États-Unis, il s'ensuit une obligation pour les parrains des contractants et chercheurs (et les entreprises dans lesquelles ils recrutent les conducteurs pour leurs études) de faire respecter les lois, règlements et lignes directrices mis en place par le gouvernement fédéral de chacun des pays, pour que les normes éthiques en vigueur soient respectées.

4.3 Règlements sur l'éthique de la recherche en vigueur au Canada et aux États-Unis

Comme le présent projet est considéré pour le moment comme un projet canadien, il doit être conforme au document «Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains» (1998). Au Canada, l'ÉPTC n'est inscrit dans la loi que pour les essais cliniques portant sur des drogues, comme il est prévu sous le Titre 5 de la *Loi sur les aliments et drogues*, adopté en 2001 (voir *Gazette*, Partie II, 2001). Même si l'ÉPTC n'a valeur de loi que pour les essais cliniques, on s'attend à ce que tous les ministères du gouvernement fédéral s'y conforment. De plus, comme il s'agit de la politique nationale en matière d'éthique, on s'attend à ce que tous les chercheurs et leurs promoteurs s'y conforment. Les universités, instituts de recherche

et centres de recherche privés (spécialisés en recherche biomédicale, pharmaceutique, etc.) ont tous adopté l'ÉPTC comme étant leur code de conduite en matière d'éthique. Finalement, depuis 2001, le nouveau règlement de Santé Canada exige que toute recherche comportant des essais cliniques (c.-à-d. toute recherche dont l'objet est d'évaluer de nouveaux agents pharmacologiques ou dispositifs d'investigation pour la recherche en santé), soit menée conformément à l'ÉPTC. De plus, ces règles sur la recherche en santé sont aussi inscrites dans le traité international élaboré par le Comité international sur l'harmonisation des bonnes pratiques cliniques, dont le Canada est maintenant signataire.

Au Canada, on peut débattre de l'applicabilité de l'ÉPTC à des recherches menées dans le cadre d'études qui ne sont pas des essais cliniques et qui ne sont pas financées par les gouvernements fédéral ou provinciaux (comme les recherches effectuées par des sociétés et instituts de recherche privés), mais une chose est claire : l'évaluation des protocoles de recherche par des comités d'examen dûment constitués (connus au Canada sous le nom de Comité d'éthique de la recherche, ou CÉR, et aux États-Unis, sous le nom de *Institutional Review Board*, ou IRB) est nécessaire et constitue le seul argument acceptable aux yeux du public (sinon devant un tribunal).

Comme il est probable que la présente étude sera aussi menée aux États-Unis, il faut noter que le CÉR/IRB, les chercheurs et les parrains doivent aussi se conformer au règlement des États-Unis, soit aux dispositions énoncées dans *Title 45 – Code of Federal Regulations Part 46 – Protection of Human Subjects*, et aux exigences de l'*Office of Human Research Protection*, du *Department of Health and Human Services*. Car ces règlements ont force de loi aux États-Unis.

Règle générale, tous les travaux de recherche effectués avec des êtres humains en Amérique du Nord doivent respecter les règles et principes énoncés dans les documents suivants :

- l'Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains (Canada)
- Titre 5 de la *Loi sur les aliments et drogues* de Santé Canada (Canada)
- *Title 45 – Code of Federal Regulations Part 46 – Protection of Human Subjects* (États-Unis)
- *Title 21 – Code of Federal Regulations Part 56 – Guidance for Institutional Review Boards and Clinical Investigators* (États-Unis)
- Conférence internationale sur l'harmonisation (CIH)/Organisation mondiale de la santé : Les bonnes pratiques cliniques (norme unifiée pour l'Union européenne, le Japon et les États-Unis, inspirées des normes de ces pays et de celles de l'Australie, du Canada, des pays scandinaves et de l'Organisation mondiale de la santé)
- Déclaration d'Helsinki – Principes éthiques applicables aux recherches biomédicales avec des sujets humains (portée internationale)
- Exigences de l'*Office of Human Research Protection* du *Department of Health and Human Services* (États-Unis)

4.4 Principes éthiques courants et procédure d'évaluation éthique

Les lignes directrices, règlements et lois énumérés à la section 4.3 sont des versions codifiées et mises à jour de déclarations antérieures, comme le code de Nuremberg et le Rapport Belmont. Mais en général, l'éthique renvoie aux principes de bonne conduite qui indiquent «ce qu'il faut faire». L'ÉPTC reprend différents principes éthiques qui sont couramment acceptés et prisés dans diverses disciplines de recherche :

- Le respect de la dignité humaine
- Le respect du consentement libre et éclairé
- Le respect des personnes vulnérables
- Le respect de la vie privé et des renseignements personnels
- Le respect de la justice et de l'intégration
- L'équilibre des avantages et des inconvénients

Toutes les lignes directrices en matière d'éthique prévoient un CÉR (Canada), un IRB (États-Unis) ou un Comité d'éthique (Union européenne) indépendant, qui doit voir à ce que toutes les recherches menées avec des sujets humains soient examinées, afin de confirmer la valeur scientifique de l'étude et le respect par les chercheurs des principes éthiques énoncés. En vertu des règlements en vigueur au Canada et aux États-Unis, le CÉR/IRB doit être composé d'au moins cinq membres, recrutés selon les critères suivants :

- Au moins deux personnes ayant une vaste expertise de la méthodologie scientifique et de la recherche dans un domaine d'étude approprié (la fatigue et les transports, dans le cas présent)
- Au moins une personne versée en éthique
- Au moins une personne versée dans la loi pertinente
- Au moins une personne représentant le point de vue de la collectivité et de la société

La plupart des comités d'évaluation comprennent de huit à douze membres (voire de 12 à 20 membres ou plus, dans le cas de recherches médicales, en raison de la complexité des essais et des risques), ce qui favorise la multiplicité des points de vue.

Il incombe au CÉR/IRB d'examiner la valeur scientifique et éthique du projet de recherche avec des sujets humains. Le CÉR/IRB doit non seulement approuver la recherche au départ, mais aussi exercer une surveillance continue sur les travaux, jusqu'à leur conclusion. Aucun changement ne peut être apporté au protocole ou à la formule de consentement à moins d'approbation préalable du CÉR/IRB. De plus, tous les événements indésirables graves et imprévus pouvant découler de la recherche (comme un accident ou un incident qui pourrait avoir un lien avec les procédures de l'étude) doivent être signalés au CÉR/IRB. Le CÉR/IRB peut alors annuler son approbation, c.-à-d. ordonner la mise en suspens de l'étude ou demander aux chercheurs/parrains d'interrompre l'étude prématurément et, dans certains cas, de l'abandonner.

En général, le processus d'évaluation éthique consiste d'abord à déterminer si le protocole proposé (qui, dans le cas présent, vise l'étude de la récupération chez les conducteurs) est acceptable d'un point de vue scientifique. Si la question posée par le

protocole ne peut trouver de réponse scientifique à la faveur de la méthodologie proposée, il est contraire à l'éthique d'exposer des sujets (conducteurs) aux procédures expérimentales (*bad science is bad ethics*). De la même façon, si les ressources sont insuffisantes pour mener l'étude à bonne fin, il serait contraire à l'éthique d'y enrôler des sujets.

Lorsque l'étude a été jugée scientifiquement valable et que son financement est suffisant pour la rendre réalisable, le CÉR/IRB peut discuter des questions éthiques que pourrait soulever le protocole (une liste non limitative de ces questions est présentée ci-après). Les chercheurs doivent répondre à toutes ces questions dans leur première demande d'approbation présentée au CÉR/IRB :

- Qui seront les sujets de l'étude?
- Où l'étude sera-t-elle menée (pays, province, État)?
- Comment les sujets potentiels seront-ils identifiés et recrutés?
- Combien de temps les sujets auront-ils pour lire la formule de consentement et prendre une décision éclairée concernant leur participation?
- Existe-t-il un lien entre le chercheur et les sujets?
- Existe-t-il un lien entre le parrain de la recherche et les sujets?
- Existe-t-il des caractéristiques propres aux sujets susceptibles de rendre ceux-ci vulnérables (employés, risques pour la santé, etc.)?
- Est-il prévu de rétribuer les sujets? Le cas échéant, cette rétribution sera-t-elle suffisante pour inciter des sujets à maintenir leur participation à l'étude tout en sachant qu'ils ne devraient pas?
- Comment la confidentialité des renseignements sera-t-elle protégée?
- Existe-t-il des conflits d'intérêts?
- En quoi les exigences posées par l'étude diffèrent-elles des exigences habituellement posées à la population de l'étude?

Après avoir examiné la valeur scientifique et éthique du protocole de recherche, le CÉR/IRB doit évaluer et approuver la formule de consentement libre et éclairé. Il convient d'insister sur deux grands aspects du consentement donné par les sujets d'une recherche. Tout d'abord, le processus de consentement libre et éclairé commence au moment des premiers contacts avec le sujet et ne prend fin que lorsque le sujet ne fait plus partie de l'étude. Il s'agit donc d'un processus continu et tout fait nouveau susceptible d'influer sur la décision du sujet de continuer de participer à l'étude doit lui être divulgué, de façon qu'il puisse décider s'il est dans son meilleur intérêt de maintenir sa participation. Le processus de consentement éclairé ne désigne pas seulement la signature d'un document, mais la relation continue entre le chercheur et le sujet de l'étude, au sein de laquelle les droits, la sécurité et la dignité du sujet doivent être protégés. Il désigne l'obligation et la responsabilité continuelles du chercheur de garantir un consentement permanent, libre et éclairé de la part des sujets.

Deuxièmement, le chercheur doit faire une divulgation pleine et entière aux sujets de la nature et du but de l'étude, des procédures qui seront utilisées, des risques associés à l'étude, du caractère volontaire de leur participation, de leur droit de se retirer de l'étude à n'importe quel moment, et de la personne à qui s'adresser pour obtenir plus de renseignements. Pour plus de détails sur la formule de consentement, on se reportera au modèle présenté à la section 4.6.4. Une formule de consentement doit comprendre, au minimum, les parties suivantes :

- Titre descriptif du but de l'étude
- Nom des chercheurs et des parrains, avec leurs coordonnées
- Contexte et but de l'étude, en langue de tous les jours
- Ce qui est attendu des participants
- Procédures et événements indésirables possibles
- Risques (p. ex., perte du permis de conduire à l'occasion d'un dépistage médical, risque accru d'accident, risque inconnu associé à la conduite) et avantages
- Conséquences du refus de participer
- Caractère volontaire de la participation
- Confidentialité
- Indemnisation, rétribution, ou coûts prévus pour les participants
- Clause de non-renonciation (la personne, en signant la formule de consentement ne renonce à aucun de ses droits en vertu de la loi)
- Coordonnées des personnes à contacter pour se retirer de l'étude ou pour obtenir l'avis d'un tiers indépendant

Toute cette information doit être énoncée sous une forme et dans un langage qui seront facilement compris par le sujet. Si le sujet ne peut pas comprendre la formule de consentement, on ne peut parler de divulgation pleine et entière, et le sujet n'est pas pleinement informé. Et toute décision prise par le sujet qui ne serait pas fondée sur une divulgation pleine et entière ne constitue pas un choix libre et éclairé de la part du sujet.

4.5 Réflexions inspirées d'un protocole de recherche soumis antérieurement

Plusieurs études sur la fatigue des conducteurs ont été menées par le passé, mais seulement quelques-unes ont été soumises à l'examen d'un comité d'évaluation éthique. La présente section vise à donner un exemple des obstacles rencontrés par des chercheurs au moment d'obtenir l'approbation d'un comité d'éthique pour mener une étude sur la fatigue des conducteurs. Pour des raisons de confidentialité, les détails de l'étude ne seront pas révélés et les responsables ne seront pas identifiés. Cela n'est d'ailleurs pas nécessaire, car le but, ici, est de rappeler les questions soulevées lors de l'évaluation de l'étude, et d'en tirer des enseignements qui serviront de repères aux futurs chercheurs susceptibles de réaliser le projet de recherche qui découlera du présent rapport. Tout détail qui permettrait au public d'identifier l'étude a été éliminé, de façon à protéger la confidentialité des évaluateurs, des chercheurs et des parrains. On se contentera de dire qu'il s'agissait d'une étude sur la fatigue chez les conducteurs de véhicules utilitaires.

L'évaluation a été menée à deux endroits, régis chacun par ses lois et règles propres. À un des endroits, le comité d'évaluation était un IRB, et à l'autre, il s'agissait d'un comité d'éthique de la recherche (CÉR) *ad hoc*, créé pour évaluer le protocole, et qui n'a été dissous qu'une fois la recherche terminée. Le CÉR était donc là pour surveiller le projet, évaluer les modifications au protocole ou à la formule de consentement, et examiner les événements indésirables graves. Chaque comité avait été institué selon les règles locales.

Les questions fondamentales étaient les suivantes (elles sont résumées ici uniquement à titre indicatif) :

- D'un point de vue scientifique et éthique, le CÉR a estimé que le projet était valide scientifiquement et qu'il était bien conçu dans l'ensemble. De plus, il a jugé l'étude

importante du point de vue social, car elle visait à élaborer des méthodes pour atténuer la fatigue.

- Tant l'IRB que le CÉR ont estimé que l'étude devait être considérée comme présentant un risque minime, du fait que les sujets étaient des conducteurs professionnels, qu'ils allaient être sélectionnés sur la base d'un dossier de conduite démontrant une conduite prudente, et qu'ils se conformeraient aux normes acceptées concernant les heures de service.
- Des inquiétudes ont été exprimées touchant la possibilité d'un accident de la route, omniprésente dans de telles études. On a insisté sur la nécessité d'être vigilant et d'examiner d'un œil critique les détails de l'étude.

Voici, de façon plus précise, les inquiétudes qui ont été exprimées :

- Le protocole a été soumis prématurément au CÉR et il ressemblait davantage à un *work in progress* qu'à un document définitif. Cela plaçait le CÉR dans la position intenable de ne pas savoir avec certitude ce qu'il était en train d'approuver. Les principes éthiques fondamentaux de respect de l'autonomie et de la dignité des personnes, de justice et de bienfaisance risquaient d'être compromis, car le CÉR n'était pas en mesure d'évaluer correctement la divulgation faite dans la formule de consentement. Faute d'assurances données par le protocole lui-même, le CÉR n'avait d'autre choix que d'attendre qu'on lui présente une autre proposition à évaluer. Bref, les futurs chercheurs doivent s'assurer que leur document est complet. La section 4.8 ci-après contient des lignes directrices pour la rédaction d'un protocole complet.
- La question s'est posée à savoir si l'étude allait être suffisamment «réaliste» pour produire des données généralisables à un environnement de travail «réel». Ainsi, étant donné l'importance de l'étude pour l'industrie, on s'est demandé s'il était réaliste de demander aux entreprises de s'engager à se conformer aux règlements en vigueur ou à demander à leurs répartiteurs d'affecter les conducteurs participants à des itinéraires moins serrés ou à des horaires «non réalistes» (moins exigeants). On craignait que des impératifs économiques et industriels empêchent les entreprises de remplir leurs obligations éthiques. Les futurs chercheurs doivent indiquer dans leurs propositions les mesures qu'ils entendent prendre pour maximiser la représentativité des procédures de l'étude et la généralisabilité des résultats, et se prononcer sur le degré de conformité aux obligations de l'étude auquel ils s'attendent de la part de l'industrie.
- La proposition ne mentionnait pas tous les outils d'évaluation. Encore une fois, le CÉR n'avait pas une information complète sur ce qu'il devait approuver. Les futurs chercheurs doivent s'assurer qu'ils fournissent toute l'information sur l'étude.
- Il y avait des incohérences entre le protocole et la formule de consentement. Or, on ne peut avoir la garantie d'une divulgation pleine et entière lorsque l'ambiguïté règne.
- Le budget de l'étude n'était pas inclus dans la proposition. La faisabilité de l'étude ne pouvait donc pas être évaluée. Les futurs chercheurs doivent soumettre, en toute confidentialité, le budget de l'étude, afin de démontrer la faisabilité de l'étude et de rassurer le CÉR/IRB quant à l'absence de rétribution incitative.
- Le CÉR a noté que l'étude comportait des questionnaires spéciaux, mais aucune information n'était fournie concernant la validation de ces questionnaires. Les futurs chercheurs doivent veiller à fournir tous les documents pertinents au CE.
- Les outils de certaines des interventions préliminaires (p. ex., matériel de sensibilisation et de formation, documents de l'entreprise) n'étaient pas inclus dans

la proposition soumise pour évaluation. Encore là, cela démontrait une lacune au chapitre de la «complétude» de la proposition.

- La proposition faisait référence à des exigences diamétralement opposées auxquelles devait répondre l'étude, selon l'un et l'autre endroit où elle allait être menée. Les futurs chercheurs doivent être suffisamment au courant des écarts qui séparent les réglementations pour pouvoir élaborer, pour chaque comité d'évaluation, des procédures adaptées aux diverses situations.
- Le CÉR craignait que certaines procédures limitent la liberté de choix de certains conducteurs ou puissent être coercitives. Or, les conducteurs doivent être libres de prendre leurs propres décisions concernant leur sécurité au volant, et doivent prendre ces décisions en l'absence de toute contrainte. À cet égard, le CÉR a noté que les conducteurs n'étaient pas explicitement tenus d'appliquer, au meilleur de leur jugement en temps normal, leurs propres «pratiques exemplaires». La formule de consentement a donc dû être modifiée en conséquence. Les futurs chercheurs doivent présenter une proposition suffisamment détaillée pour convaincre le CÉR que les sujets ne seront soumis à aucune contrainte et qu'ils jouiront de suffisamment d'autonomie pour faire des choix éclairés pendant toute la durée de l'étude. La proposition doit faire état des moyens pris pour protéger les droits des sujets.
- Le CÉR s'est demandé si les conducteurs auraient vraiment la possibilité de prendre leurs propres décisions, étant donné qu'ils allaient effectuer des trajets payants. De plus, il s'est demandé si les formateurs possédaient les qualifications nécessaires pour donner la formation, si la formation prévue était suffisante et si les conducteurs allaient retenir la matière enseignée. Les futurs chercheurs doivent documenter la fiabilité et la validité de leurs procédures.
- Du point de vue du respect de la vie privée et de la confidentialité des renseignements personnels, le CÉR s'est demandé comment les conducteurs allaient être autorisés à mettre en pratique les décisions qu'ils jugeaient importantes pour leur sécurité. Cette question reflétait encore une fois le manque de détail de la proposition. Les futurs chercheurs doivent être bien conscients de la nécessité d'élaborer dès le départ des procédures détaillées pour garantir la sécurité des participants.
- Le CÉR a noté que certains des critères d'inclusion/exclusion n'étaient ni clairement définis, ni réalistes. Les futurs chercheurs doivent définir précisément les critères d'inclusion/exclusion et indiquer comment ces critères seront satisfaits.
- Le CÉR a noté l'absence de règles pour l'arrêt de l'étude. Il a posé les questions suivantes : à quel moment, et selon quel critère, demandera-t-on à un conducteur de se retirer de l'étude pour des raisons de sécurité? Si un conducteur doit se retirer de l'étude, de quelle protection jouira-t-il face à son employeur? Même s'il n'est pas écarté de l'étude, de quelle protection contre son employeur jouira un conducteur qui ne respecterait pas les délais de livraison convenus? Les mesures disciplinaires seront-elles suspendues pour la durée de l'étude (sauf pour les infractions aux règles de sécurité)? Les futurs chercheurs doivent répondre à ces questions.
- Le CÉR s'est dit préoccupé par la protection des conducteurs contre des tierces parties qui pourraient avoir accès aux données colligées au cours de l'étude, mais sans être liées par l'obligation de confidentialité. Ainsi, le CÉR craignait que la collecte de données objectives sur la performance et l'état de vigilance, au cours de l'étude, expose les conducteurs à des conséquences juridiques qui dépassent une exposition normale, en particulier dans l'éventualité d'un accident. Les futurs chercheurs doivent établir des plans explicites pour protéger la sécurité et la

confidentialité des données concernant les participants à l'étude. Lorsque le niveau de risque des conducteurs augmente du fait de leur participation à l'étude, cela doit leur être divulgué dans le processus de consentement.

Finalement, il a fallu apporter plusieurs modifications à la formule de consentement pour qu'elle respecte les exigences suivantes :

- La formule doit faire état de l'échéancier, des détails et des spécifications du protocole final.
- Elle doit comprendre une clause de non-renonciation, pour la protection contre des événements indésirables (p. ex., «En signant cette formule, vous ne renoncez à aucun de vos droits et ne dégagez aucun des chercheurs de leurs responsabilités légales et professionnelles.»).
- Elle doit préciser ce qui est couvert et non couvert par les assurances.
- Elle doit indiquer pendant combien de temps les données vont être conservées, dans le cas où celles-ci sont assorties d'identificateurs. Dans le cas contraire, cette indication n'est pas nécessaire.
- Elle doit être imprimée sur du papier à en-tête du chercheur.
- Elle doit utiliser les rubriques standard des formules de consentement éclairé (Introduction, But, Procédures, Risques/Avantages, Conséquences (de ne pas participer), Confidentialité, Compensation, Caractère volontaire, Personne responsable, etc.).

Voilà quelques-uns des nombreux changements qui peuvent être demandés au cours du processus d'évaluation éthique. Cet exemple devrait aider les futurs chercheurs à éviter certains des écueils rencontrés par leurs prédécesseurs.

4.6 Conseils éthiques concernant les protocoles proposés

La présente section aborde les protocoles expérimentaux décrits dans la partie 3 sous l'angle de l'éthique de la recherche. Comme la plupart des options soulèvent des enjeux semblables, elles sont examinées comme un tout.

4.6.1 Conduite en situation réelle, sur des trajets payants

Dans la plupart des études proposées, les conducteurs travaillent dans un contexte naturel et effectuent des trajets payants. Il importe donc de s'assurer que les trajets sont vraiment des trajets types, opérationnels et payants, afin que le niveau de fatigue induit par la conduite soit représentatif du niveau de fatigue habituellement éprouvé par les conducteurs. Il convient de mettre les chercheurs en garde contre la tentation de manipuler les conditions de conduite de façon à accentuer la fatigue, cela pour deux raisons. Premièrement, le but des protocoles proposés est d'étudier la fatigue des conducteurs dans un cadre qui soit le plus naturel possible, de façon à rendre les résultats le plus généralisables possible. Certes, des scénarios de conduite artificiels peuvent mener à des effets expérimentaux marqués, mais, en finale, de tels résultats trouvent peu d'appui dans l'industrie ou chez les conducteurs. Des doutes peuvent être exprimés, comme : «en quoi ces résultats s'appliquent-ils à moi ou à mon industrie?» Pour que les résultats soient généralisables et pragmatiques, les études doivent porter sur les activités habituelles des conducteurs, à moins que, pour des raisons précises reliées à la recherche, on soit justifié d'agir autrement. Bref, si aux yeux de nombreux acteurs de l'industrie, et des conducteurs en particulier, les protocoles choisis ne sont

pas représentatifs de trajets commercialement viables, les résultats risquent fort d'être mis en doute et rejetés.

La deuxième raison pour laquelle il faut s'en tenir à des conditions de conduite naturelles a trait à la nécessité de limiter la responsabilité légale et professionnelle des chercheurs et des parrains. Ni la loi ni les principes éthiques n'exigent normalement des chercheurs et de leurs parrains qu'ils acceptent quelque responsabilité à l'égard des activités quotidiennes des sujets de leurs expériences. Ii sont toutefois tenus d'accepter les responsabilités légales et professionnelles associées à des pratiques qui obligent les sujets à exercer des tâches ou à prendre des risques qui dépassent ce qui est normalement acceptable dans leurs activités de tous les jours. À l'instar d'un employeur qui, après avoir imposé à un conducteur une tâche supplémentaire susceptible d'accentuer sa fatigue et de causer un accident, serait tenu responsable de l'accident avec le conducteur, le chercheur et le parrain seraient tenus également responsables, dans le cas d'une recherche.

Les chercheurs et les parrains doivent être prêts à assumer certaines responsabilités légales et professionnelles pour obtenir des réponses à leurs questions, mais il est recommandé que, dans le domaine de la fatigue des conducteurs, les risques soient maintenus au minimum. En se limitant à des horaires de conduite et à des trajets payants qui sont conformes aux règles sur les heures de service, on accroîtra très peu le risque et on obtiendra des résultats qui seront généralisables.

Les protocoles expérimentaux proposés sont conçus pour être appliqués à des horaires de conduite typiques de trajets payants normaux, de façon à perturber le moins possible les activités normales des entreprises. Ainsi, l'étude des horaires (de jour ou de nuit) des conducteurs produira les résultats les plus généralisables en minimisant l'exposition au risque des conducteurs, chercheurs et parrains.

4.6.2 Divulgation sincère et complète aux conducteurs

Une des principales obligations des chercheurs et parrains est de divulguer sincèrement et complètement aux conducteurs les risques potentiels que leur fait courir leur participation à l'étude, et ce qu'ils attendent d'eux en tant que participants à l'étude. Cette divulgation est faite au moyen de ce qu'il est convenu d'appeler le processus de consentement éclairé. Ce processus comprend une formule qui décrit tous les aspects de l'étude, mais ne se limite pas à celle-ci. Il commence au moment où un conducteur est recruté et ne se termine que lorsque celui-ci n'a plus aucun lien avec l'étude. Le chercheur et le parrain ont l'obligation de faire de ce processus un processus dynamique, c'est-à-dire que tout changement apporté à l'étude après le consentement initial du conducteur doit lui être communiqué si ce changement peut foncièrement influer sur sa décision de continuer de participer à l'étude ou non.

Dans les études sur le terrain proposées, il est important de divulguer aux conducteurs les principaux risques auxquels ils s'exposent. Par exemple, si la participation à l'étude devait signifier pour un conducteur la prise d'images vidéo de son visage, lequel pourrait présenter des signes de somnolence, ces images pourraient devoir être produites devant un tribunal, en cas d'accident, et être utilisées à l'encontre du conducteur. Il s'agit d'un risque réel qui doit être divulgué aux conducteurs.

4.6.3 Considérations propres aux protocoles proposés

4.6.3.1 Repos préalable à l'étude

Il est recommandé que les conducteurs bénéficient d'au moins 60 heures de repos immédiatement avant le commencement de tout horaire de conduite. Pour des motifs éthiques, il a été convenu de respecter les conditions normales d'exploitation. Selon l'avis des experts consultés lors de l'atelier tenu à Montréal en 2003 et d'après les réponses au questionnaire, la plupart des conducteurs ont au moins une journée de repos, souvent deux, avant d'entamer une période prolongée de travail. Il a été envisagé de réduire au minimum (un jour) et de porter au maximum (trois à quatre jours) la période de repos préalable à l'horaire de conduite. Il a toutefois été déterminé que de réduire au minimum la période de repos pourrait accentuer la fatigue et influer sur les mesures de récupération; de plus, la réduction du temps de repos risquait d'être quelque peu artificielle et d'exposer les conducteurs, les chercheurs et les parrains à un risque accru. Par ailleurs, le fait de maximiser la période de repos allait donner des conducteurs bien reposés; mais, a-t-on estimé, une telle période de repos serait peu représentative des horaires normaux des conducteurs et son impact sur la récupération du conducteur pourrait être minimisé, étant donné que les sujets amorceraient les horaires de conduite inducteurs de fatigue plus reposés que l'habitude. D'où la décision d'opter pour une période de repos de référence qui est un moyen terme et représente des horaires de conduite habituels.

4.6.3.2 Sommeil quotidien

Les protocoles proposés comportent peu de contraintes en ce qui a trait au sommeil quotidien. Il est recommandé d'accorder aux conducteurs au moins cinq heures de sommeil par jour, sans toutefois préciser les modalités et le moment de ce sommeil. Il est tenu pour acquis que tous les conducteurs se conformeront aux règles sur les heures de service, qui prescrivent une période de repos de plus de cinq heures. Ce minimum recommandé est donc bien en deçà de ce qu'exigent les règles en vigueur. Encore une fois, comme les protocoles sont conçus pour être aussi réalistes que possible, l'absence de contrainte touchant les modalités et le moment du sommeil quotidien vise à faire en sorte que les horaires de conduite et de sommeil se rapprochent le plus possible de la réalité. Une précision s'impose concernant cette approche naturaliste, au vu des modifications possibles aux réglementations locales. Par exemple, les règles sur les heures de service changeront probablement au Canada et elles ont changé aux États-Unis : les exigences en matière de sommeil quotidien seront établies en fonction des réglementations locales. Il se peut donc que la pratique acceptable varie d'un endroit à l'autre et que les paramètres expérimentaux doivent être adaptés en conséquence.

4.6.3.3 Horaires de conduite et conducteurs

Les horaires de conduite et les critères de sélection des sujets ont été définis selon le principe de généralisabilité, d'après les résultats de notre sondage sur les horaires des conducteurs. Aux fins du classement des quarts de travail, les définitions suivantes ont été établies : «conduite surtout de jour» - aucune conduite entre minuit et 6 h; «conduite de jour avec conduite de nuit» - pas plus de deux heures de conduite entre minuit et 6 h; et «conduite surtout de nuit» - au moins deux heures de conduite entre minuit et 6 h. Pour ce qui est de la conduite de nuit, 19 p. 100 des conducteurs ont déclaré que tous leurs quarts de travail comportaient au moins deux heures de conduite entre minuit et 6 h. Trente-six pour cent des conducteurs seraient considérés

comme des conducteurs de jour, puisqu'il s'agit du pourcentage de conducteurs qui ont déclaré qu'aucun de leur quart de travail ne comportait de conduite entre minuit et 6 h. Les 45 p. 100 de conducteurs restants seraient considérés comme conduisant le jour et aussi un peu la nuit. Les réponses au questionnaire ont également révélé que les horaires qui combinent la conduite de jour et la conduite de nuit entraînent une plus grande fatigue que les horaires exclusivement de jour, et encore plus grande que les horaires exclusivement de nuit.

Comme le questionnaire a été administré entre 7 h 45 et 22 h, le pourcentage des conducteurs de nuit, tels que définis précédemment, est probablement plus élevé dans la réalité que les 19 p. 100 recensés par le questionnaire. Mais étant donné que la répartition des conducteurs entre les trois quarts de travail donne des nombres substantiels dans chacun des groupes, les critères de classement des horaires semblent raisonnables.

En ce qui a trait aux critères de sélection des sujets, il a été décidé de retenir tous les conducteurs qui avaient passé avec succès l'examen médical de leur entreprise, afin de respecter les normes en vigueur et de réduire au minimum le risque que pourrait poser aux conducteurs, aux chercheurs et aux parrains la découverte d'affections médicales jusque-là insoupçonnées. Il est recommandé de n'assujettir la sélection des conducteurs à aucune autre contrainte, de façon que l'échantillon de conducteurs soit aussi représentatif que possible.

4.6.3.4 Mesures de performance

Diverses évaluations comportementales subjectives et objectives sont recommandées dans le cadre des protocoles proposés. À une exception près, aucune de ces mesures n'est directement reliée à la performance en conduite. Il serait donc difficile de soutenir, en cas d'incident, qu'elles reflètent vraiment une manière de conduire à un moment donné. L'exception est la mesure des déviations de trajectoire, que l'on pourrait relier plus facilement que les autres à la performance en conduite.

Pour des raisons éthiques, les conducteurs doivent être prévenus qu'il se pourrait que les mesures prises au cours de l'étude doivent être produites devant un tribunal en cas d'accident ou d'incident.

4.6.3.5 Entente avec l'entreprise/le répartiteur/l'expéditeur

Pour des motifs éthiques, les chercheurs doivent aussi rassurer les conducteurs concernant : a) les procédures qui seront utilisées au cours de l'étude, b) la confidentialité de l'information recueillie au cours de l'étude, c) le caractère volontaire de leur participation, d) la possibilité qu'ils ont de se retirer de l'étude en tout temps, pour quelque raison que ce soit, sans avoir à se justifier. Pour donner du poids à ces assurances et les rendre éthiquement acceptables, les conditions de l'étude doivent être acceptées par les représentants des entreprises, les répartiteurs et, dans certains cas, les expéditeurs. Un chercheur ne peut s'engager avec le conducteur dans un processus de consentement éclairé sans avoir obtenu l'engagement de ces autres parties. Ainsi, toutes les parties prenantes doivent reprendre à leur compte tous les aspects éthiques de l'étude, y compris la protection des droits du conducteur telle qu'elle est énoncée dans la formule de consentement éclairé.

4.6.4 Protocoles d'études sur le terrain - Options 1 à 3 : considérations éthiques

Les considérations éthiques générales touchant les protocoles d'études sur le terrain sont énoncées ci-dessus (section 4.6.3). Essentiellement, les conducteurs doivent être informés des procédures qui seront utilisées dans l'étude, du caractère volontaire de leur participation, et des risques associés à l'étude. Ils doivent être informés en des termes compréhensibles et de manière non coercitive. Un modèle de formule de consentement éclairé pour l'option 1 est proposé ci-après. Ce modèle devra être modifié en fonction des détails du plan d'expérience définitif. Pour ce qui est des autres protocoles proposés, il faudra modifier les parties «but de l'étude» et «procédures» en fonction de leurs particularités.

La formule de consentement ci-dessous s'applique à l'option 1 (étude sur le terrain), mais moyennant quelques changements, elle peut aussi s'appliquer aux options 2 et 3. Ainsi, pour l'option 2, il faudrait décrire la condition «quatre nuits consécutives» et préciser que les conducteurs seront répartis au hasard entre les conditions «quatre nuits» ou «cinq nuits» de conduite, plutôt qu'entre des conditions définies selon la durée de la récupération. Il n'y a aucun autre enjeu éthique associé à cette option. Pour ce qui est de l'option 3, on pourra se contenter de décrire la condition «conduite de jour». Pour le reste, cette option est très semblable à l'option 1. L'unique enjeu éthique, peut-être, est que l'on peut s'attendre que les conducteurs de la condition «conduite de nuit» ressentent une plus grande fatigue que les conducteurs de la condition «conduite de jour». Ainsi, par rapport à la condition «conduite de jour», la condition «conduite de nuit» peut induire davantage de fatigue, mais cette fatigue ne dépassera pas ce à quoi les conducteurs sont habitués.

(En-tête)

FORMULE TYPE DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ POUR L'OPTION 1

CHERCHEUR :
A. Tremblay, Ph.D.
Directeur de l'Institut de recherche
Adresse
Téléphone

TITRE : Étude randomisée sur le terrain de la fatigue et de la récupération chez les conducteurs professionnels : comparaison des effets d'une période de repos de 36 heures et de 60 heures à la suite de cinq nuits consécutives de 9 à 12 heures de conduite d'un véhicule utilitaire

PARRAIN :
Centre de développement des transports, Transports Canada
Montréal, Québec

On vous demande de participer à une recherche. Avant d'accepter, il est important que vous lisiez et compreniez le reste du présent document, qui explique l'étude envisagée. Ce document décrit le but, les procédures, les avantages, les inconvénients, les risques et les précautions associés à cette étude. Vous êtes libre de refuser de participer à l'étude ou, si vous acceptez, de cesser d'y participer à n'importe quel moment. Pour prendre une décision éclairée, vous devez en savoir assez sur les risques et les avantages que cette étude représente. C'est ce qu'on appelle le processus de consentement éclairé. N'hésitez pas à demander au personnel de l'étude de vous expliquer tous les mots que vous ne comprenez pas avant de signer la présente formule de consentement éclairé. Ne signez pas ce document avant d'avoir obtenu des réponses satisfaisantes à toutes vos questions.

But de l'étude

La fatigue chez les conducteurs de véhicules utilitaires suscite de plus en plus d'inquiétudes depuis quelque temps et on a même entrepris d'élaborer un nouveau règlement pour réduire cette fatigue. Une des questions qui se pose concernant la fatigue des conducteurs est la suivante : de combien de temps de repos un conducteur a-t-il besoin, après un horaire de travail inducteur de fatigue, pour conduire de nouveau de façon sécuritaire? On vous demande de participer à une étude qui porte sur la durée de la période de récupération dont ont besoin des conducteurs qui effectuent des trajets payants normaux, en respectant le règlement sur les heures de service applicable à l'endroit où ils travaillent, pour conduire de façon sécuritaire. Cette étude nous aidera à mieux comprendre la fatigue et la récupération et pourrait influer sur les décisions qui seront prises dans l'avenir concernant les règles sur les heures de service.

L'étude est une étude randomisée à deux conditions de récupération. Vous serez assigné aléatoirement (à pile ou face, par exemple) à une période de récupération de 36 heures ou de 60 heures. Il est prévu d'assigner 24 conducteurs de véhicules utilitaires à chacune des conditions. Votre participation à l'étude est entièrement

volontaire et vous serez libre de vous en retirer à n'importe quel moment, et pour n'importe quelle raison, sans que cela ait quelque conséquence sur votre emploi.

Procédures

Si vous acceptez de participer à cette étude, on commencera par déterminer votre admissibilité à l'étude. Pour être considéré admissible, vous devez être médicalement apte, selon votre employeur, et être volontairement disposé à participer à l'étude. Pour obtenir d'autres renseignements de base sur vous et sur votre conduite, nous aimerions avoir votre permission pour consulter les dossiers de conduite et de santé que votre employeur détient à votre sujet. Lorsque vous aurez été jugé admissible, vous serez informé des exigences de l'étude et vous recevrez une formation sur les appareils ou les tests, comme le test du temps de réaction, qui seront utilisés au cours de l'étude.

Au cours de l'étude, on vous demandera d'effectuer un trajet payant normal, en respectant le règlement sur les heures de service en vigueur sur le territoire où vous conduirez. On vous demandera de conduire cinq nuits de suite. Au moins quatre nuits sur cinq, vous aurez à conduire au moins deux heures entre minuit et 6 h. Votre horaire quotidien normal comprendra de 9 à 12 heures de conduite. Après ce cycle de travail, vous aurez 36 ou 60 heures (+/- 4 heures) de repos. On vous demandera ensuite de recommencer à conduire pendant au moins trois et au plus cinq nuits consécutives, sur des trajets semblables ou identiques aux trajets effectués pendant la première série de cinq nuits. Pendant toute la durée l'étude, vous devrez juger vous-même de votre capacité de conduire, et ne conduire que si vous vous sentez capable de le faire en toute sécurité.

Au cours de vos périodes de conduite, on enregistrera votre perception subjective de vos niveaux de fatigue et de somnolence, et on prendra des mesures objectives de votre temps de réaction. Vous aurez à répondre à plusieurs courts questionnaires sur la fatigue et la somnolence (moins de dix minutes en tout, chaque fois) et à passer un test de temps de réaction (appelé test psychomoteur de vigilance, qui prend environ dix minutes) au début, au milieu et à la fin de chaque nuit de conduite. Selon l'heure où vous commencerez et terminerez votre nuit de conduite, vous aurez à répondre aux questionnaires et à passer le test de temps de réaction dans les fenêtres de deux heures (9 h-11 h, 13 h-15 h, 18 h-20 h, 22 h-24 h, 3 h-5 h) correspondant le mieux au début, au milieu et à la fin de chacun de vos quarts de travail. Selon votre horaire, il se pourrait que vous dormiez pendant une ou plusieurs de ces périodes. Si vous êtes endormi, vous serez exempté des tests.

Quant à votre sommeil, il sera évalué à l'aide d'un «actigraphe». Un «actigraphe» est un dispositif qui se porte au poignet et qui enregistre les mouvements du bras. Il indiquera aux chercheurs à quel moment vous serez éveillé et à quel moment vous dormirez pendant l'étude. Vous devrez porter ce dispositif pendant toute la durée de votre participation à l'étude (mais l'enlever pour prendre votre douche).

De plus, votre véhicule sera muni d'instruments qui permettront de recueillir les déviations de trajectoire de votre véhicule. Ces données serviront à déterminer les changements dans votre façon de conduire au cours de l'étude.

Risques

L'étude ne devrait comporter aucun risque grave, parce que vous conduirez dans des conditions qui s'apparentent à vos conditions de travail normales. On ne vous demandera pas de travailler en dehors de vos horaires de conduite normaux ou en violation du règlement sur les heures de service applicable au territoire où vous conduirez. Quant aux tests que l'on vous demandera de passer, ils ne comportent aucun risque et ils ne gêneront en rien votre capacité de conduire.

Même si toutes les précautions sont prises pour que l'étude soit menée dans des conditions naturelles, qui se rapprochent de ce que vous connaissez déjà, il est possible qu'en participant à cette étude, vous éprouviez des niveaux de fatigue plus élevés que d'habitude. Si tel est le cas, vous devrez vous servir de votre jugement pour composer avec cette fatigue. Votre sécurité est notre premier souci. Sentez-vous libre de modifier l'un ou l'autre aspect de l'étude pour que votre sécurité ne soit jamais compromise. Vous pouvez même abandonner l'étude.

Dans le cas peu probable où un incident ou un accident surviendrait au cours de l'étude, l'information recueillie concernant vos niveaux de fatigue et de performance sera gardée confidentielle, à moins que sa divulgation soit prescrite par la loi. Le risque existe que les dossiers de recherche doivent être produits en cour.

Avantages

Vous ne retirerez pas nécessairement d'avantage direct de l'étude. Mais les résultats pourront faire progresser notre compréhension de la fatigue et de la récupération et pourront avoir des répercussions sur les décisions de politique qui seront prises dans l'avenir.

Confidentialité

Tous les renseignements sur les participants recueillis durant l'étude seront confidentiels, à moins que leur divulgation soit prescrite par la loi. Aucun renseignement ne sera transmis à votre entreprise, au parrain de l'étude ni à aucun organisme de réglementation, à moins que toutes les données d'identification en aient été retirées. En cas de publication ou de présentation des résultats, aucun nom ou donnée d'identification ne sera utilisé.

Participation et retrait

Votre participation à l'étude est volontaire. Vous pouvez refuser d'y participer et vous êtes libre de l'abandonner à n'importe quel moment, sans que cela nuise à votre statut en tant que conducteur. Si vous décidez de vous retirer de l'étude, vous n'avez pas à donner de raison.

Compensation

Si vous tombez malade ou si vous subissez des blessures par suite de votre participation à l'étude, les soins médicaux vous seront fournis. [Cet énoncé devra être adapté selon l'endroit où aura lieu l'étude et les lois pertinentes en vigueur.] Si les coûts raisonnables de tels soins devaient dépasser les montants prévus par votre assurance, l'écart sera comblé par le chercheur et le parrain, dans le cas de toute blessure ou maladie résultant directement de votre participation à l'étude. En signant

cette formule, vous ne renoncez à aucun de vos droits découlant de la loi et ne dégagez aucun des chercheurs, parrains ou autres parties intervenantes de leurs responsabilités légales et professionnelles.

Questions

Si vous avez des questions sur l'étude, veuillez les adresser à A. Tremblay, Ph.D., au (numéro de téléphone). Si vous avez des questions sur vos droits en tant que participant à une recherche, veuillez les adresser à M. Éthique, président du Comité d'évaluation de la recherche qui a évalué l'étude, au (numéro de téléphone). Cette personne n'a pas d'intérêt personnel dans l'étude.

Consentement

J'ai eu l'occasion de prendre connaissance de l'étude et d'en discuter, et on a répondu à mes questions à ma satisfaction. Je consens à participer à l'étude en sachant que je suis libre de m'en retirer à n'importe quel moment sans compromettre mon statut auprès de l'entreprise ou en tant que conducteur. J'ai reçu une copie signée de la présente formule. Je consens de mon plein gré à participer à cette étude.

_____	_____	_____
Nom du sujet (en lettres moulées)	Signature	Date

Je confirme que j'ai expliqué la nature et le but de l'étude au sujet dont le nom figure ci-dessus. J'ai répondu à toutes ses questions au meilleur de mes capacités.

_____	_____	_____
Nom de la personne qui obtient le consentement	Signature	Date

4.6.5 Protocoles d'études sur le terrain - Options 4 à 6 : considérations éthiques

Dans le cas des options 4, 5 et 6, les seules considérations éthiques à ajouter (à celles des options 1 à 3) ont trait aux différences individuelles. Ces options comportent des protocoles qui reprennent essentiellement ceux des options 1 et 2, mais les conducteurs sont assignés aux conditions en fonction de caractéristiques précises.

Dans l'option 4, les conducteurs qui font des siestes et ceux qui n'en font pas prendront part deux fois au protocole. La première fois, on étudiera l'effet de leur comportement habituel face aux siestes, sous l'angle des différences dans le degré de fatigue et dans le temps de récupération nécessaire. Avant leur deuxième participation, tous les conducteurs recevront des conseils de base sur l'optimisation des siestes. La deuxième phase de l'étude consistera à cerner l'effet de ces siestes optimisées (dans les deux groupes) sur les besoins de récupération.

Le protocole de l'option 4 suppose la sélection de conducteurs, mais cette sélection se fait selon des habitudes concernant les siestes pendant des horaires de travail normaux. Ainsi, les conditions dans lesquelles est menée l'étude de l'option 4 demeurent naturelles et elles ne donnent lieu à aucune considération éthique particulière. De plus, il n'y a aucune raison *a priori* de penser que les conducteurs qui font des siestes, ou ceux qui n'en font pas, seront plus exposés à un risque, ou retireront plus d'avantage de leurs siestes. Il se peut que les stratégies relatives aux siestes soient bénéfiques, ou que ces habitudes relèvent simplement de différences individuelles. L'étude aidera à établir si les différences entre conducteurs en ce qui a trait aux siestes résultent de préférences fondées sur l'expérience personnelle, ou si elles sont tout simplement inhérentes à leur constitution. Quoi qu'il en soit, les formules de consentement doivent comprendre une description de la justification, de la méthode de sélection des conducteurs par catégorie, et une description de la composante «formation», soit le contenu et l'effort exigé.

L'option 5 est identique à l'option 4, sauf que les conducteurs seront sélectionnés selon la manière dont ils ont l'habitude de dormir pendant leurs cycles de travail (sommeil agrégé ou sommeil morcelé). Encore là, aucune considération éthique particulière n'est à signaler et les formules de consentement devront être adaptées en conséquence.

L'option 6 comporte deux sous-options. L'option 6A ne soulève aucune considération éthique particulière puisque la variable étudiée (autoperception de la fatigue) sera simplement utilisée comme covariable. Les procédures et l'analyse demeurent les mêmes.

L'option 6B soulève, elle, des enjeux éthiques. Dans cette option, les conducteurs seront répartis entre deux groupes expérimentaux, selon qu'ils se perçoivent comme facilement atteints par la fatigue ou non. Cette option comporte plusieurs considérations éthiques. Premièrement, elle doit être précédée d'une étude en laboratoire, laquelle doit servir à valider les réponses des conducteurs à un questionnaire sur leur autoperception de la fatigue en les soumettant expérimentalement aux effets de la privation de sommeil. Deuxièmement, dans la mesure où cette perception de vulnérabilité à la fatigue est confirmée par l'étude en laboratoire, des conducteurs particulièrement vulnérables (c.-à-d. des conducteurs qui se sentent facilement fatigués lorsqu'ils conduisent la nuit) seront affectés à des

conditions de conduite nocturne. Cela pourrait exposer ces conducteurs à un risque accru. Or, ce risque doit être divulgué aux conducteurs et des mesures particulières doivent être prises pour surveiller de près ces conducteurs vulnérables. Pour parer à ce risque accru et à la vulnérabilité de certains conducteurs, il est recommandé de prévoir une surveillance serrée des conducteurs participant à cette étude. De plus, cette question doit être mise en évidence dans la présentation soumise au comité d'éthique, lequel évaluera ce protocole sachant qu'il présente des risques clairs.

Il convient toutefois de noter que de tels questionnaires (p. ex., sur l'autoperception de la fatigue) sont des outils de sélection plutôt imprécis. De plus, d'autres facteurs, comme l'âge, certaines affections médicales, etc., sont reconnues pour accroître la vulnérabilité à la fatigue. Mais moyennant les sauvegardes appropriées, de telles personnes sont souvent invitées à participer à des études. Cette étude doit être envisagée, mais avec toutes les précautions qui s'imposent.

4.6.6 Études en laboratoire - Options 7 et 8 : considérations éthiques

Les options 7 et 8 sont des études en laboratoire. Ce type d'étude comporte moins de risques qu'une étude sur le terrain, dans laquelle les conducteurs sont exposés à un environnement moins sûr. Étant donné que les effets de la fatigue ont beaucoup moins de conséquences en laboratoire que sur le terrain, le risque est réduit. Mais la nécessité d'une divulgation complète demeure, tout comme la nécessité d'une surveillance de la part des chercheurs.

L'option 7 consiste à élaborer un questionnaire pour établir l'autoperception de la vulnérabilité à la fatigue et à la somnolence en conduite, à utiliser ce questionnaire pour sélectionner et/ou classer les sujets selon leur degré de vulnérabilité, puis à vérifier la validité de l'autoperception par une étude en laboratoire. Cette validation de l'autoperception consiste à priver les conducteurs de sommeil pendant toute une nuit et à enregistrer leurs niveaux de fatigue régulièrement au cours de la nuit, puis à leur donner une période minimale de sommeil afin d'évaluer leur capacité de récupération après une expérience aussi fatigante.

D'un point de vue éthique, les conducteurs participant à cette étude doivent être parfaitement informés des conditions expérimentales et être assurés de la confidentialité des résultats. Ces résultats ont d'ailleurs plus de chances de demeurer confidentiels que s'ils étaient issus d'une étude sur la route, car non admissibles en preuve dans un procès civil non relié à l'étude. Mais il subsiste une possibilité que, dans le cas où un participant serait impliqué dans un accident ou un incident dans le cours normal de son travail, les dossiers de recherche doivent être produits devant un tribunal, malgré leur faible valeur probante. Néanmoins, avec des conducteurs professionnels, ce risque, si minime soit-il, doit être divulgué. Ce risque n'est pas différent de celui que courent les sujets de certaines études médicales dans lesquelles la perforation d'une artère au cours d'une chirurgie a une chance sur 10 000 de se produire. Un risque aussi grave doit être divulgué, afin que le sujet puisse décider en toute connaissance de cause de participer à l'étude ou non.

Les autres risques associés à une telle étude ont trait à la prise des mesures physiologiques, risques couramment associés aux études en laboratoire. Les risques reliés à la prise de certaines mesures biochimiques/physiologiques courantes sont bien documentés et n'ont qu'à être inscrits dans la formule de consentement éclairé.

L'option 8 est essentiellement une autre étude en laboratoire. Les observations formulées au sujet de l'option 7 s'appliquent à cette étude. Malgré un contenu différent, les mêmes principes éthiques s'appliquent.

4.6.7 Étude épidémiologique - Option 9 : considérations éthiques

La neuvième et dernière option est une étude épidémiologique qui comporte la collecte de données sur plusieurs centaines de camionneurs impliqués dans des accidents et sur un échantillon témoin de même taille.

Comme cette étude ne consiste pas à identifier des conducteurs à risque d'accident, elle comporte peu de risques. Dans le cas des conducteurs qui ont été impliqués dans des accidents, l'information colligée est du domaine public, ce qui fait que la recherche n'augmente pas le risque pour ces conducteurs. Toutefois, sans la protection de la confidentialité, le risque de conséquences futures pour ces mêmes conducteurs pourrait être accentué. Ainsi, cette proposition de recherche doit tenir compte des droits en matière de vie privée des personnes qui ont déjà été soumises au jugement d'un tribunal ou de l'opinion publique. Les conducteurs du groupe témoin n'ont pas été impliqués dans un incident. Le risque est donc négligeable dans leur cas.

Ainsi donc, l'option 9 représente en général peu de risques pour les conducteurs participants. Les principales préoccupations éthiques auraient trait à la faisabilité et à la confidentialité. Pour la cohorte expérimentale impliquée dans des accidents, il faudrait déterminer s'il est nécessaire de communiquer avec les conducteurs pour recueillir l'information reliée à la fatigue. Dans l'affirmative, est-il faisable de constituer un échantillon de plusieurs centaines de conducteurs, sachant que ces conducteurs pourraient avoir une certaine réticence à coopérer avec les chercheurs? Si on décide de ne pas communiquer avec la cohorte expérimentale des conducteurs, comment s'y prendra-t-on pour recueillir ces renseignements? Si ces renseignements appartiennent à des dossiers publics, comme ceux de l'appareil judiciaire ou du système policier, tout est conforme à l'éthique. Mais si cette information ne peut provenir que de sources privées (dossiers d'entreprise, dossiers d'assurance, bases de données gouvernementales, etc.), alors la question de la confidentialité se pose. Compte tenu de la nouvelle législation sur le respect de la vie privée adoptée par le gouvernement du Canada et d'autres gouvernements, l'accès à de telles données confidentielles à des fins de recherche peut s'avérer difficile. Les chercheurs doivent s'assurer que leurs procédures sont acceptables en vertu des lois relatives à la protection de la vie privée.

Il y a lieu de garantir une confidentialité absolue des renseignements en procédant à leur collecte dans l'anonymat le plus complet. S'il n'est pas possible de garantir une confidentialité absolue, il y a un risque pour les conducteurs. Le cas échéant, ils doivent être informés de ce risque et être disposés à le courir avant même que les renseignements soient recueillis et utilisés. Il est recommandé de ne recueillir que de l'information anonyme. Si de l'information identifiée doit être recueillie, les conducteurs doivent bien comprendre les risques et les conséquences auxquels ils sont exposés. Il faut noter que des données anonymes mais sûres sont de nature à mieux refléter la réalité étudiée que des données potentiellement identifiables dont la divulgation pourrait nuire aux intérêts des conducteurs.

Dans l'hypothèse où les données reliées à la fatigue seraient mises en rapport avec d'autres bases de données existantes, la question de la confidentialité se poserait non

seulement pour la cohorte expérimentale mais aussi pour la cohorte témoin. Il est courant, dans de telles études, de faire des recoupements entre les données relatives aux participants d'une étude et la myriade de renseignements contenus dans d'autres bases de données, comme les bases de données sur la santé ou sur les transports. S'il y a une possibilité de couplage de données, il faut accorder une attention particulière à la question de la confidentialité et à la protection des renseignements. De plus, à certains endroits, il faut obtenir le consentement explicite des participants à une étude pour pouvoir communiquer les renseignements recueillis. Si un consentement explicite est exigé, la formule de consentement doit contenir la divulgation complète des risques connus et des risques potentiels, de façon que chaque conducteur puisse faire un choix éclairé et indépendant de participer ou non à l'étude. Cela risque aussi de compromettre la faisabilité de la recherche.

4.7 Sommaire des enjeux éthiques touchant les études sur la fatigue et la récupération

La présente section a passé en revue les considérations éthiques touchant les protocoles d'études sur le terrain de la fatigue et de la récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires, de même que les autres considérations se rapportant aux neuf options présentées à la partie 3. De façon générale, il y a trois exigences à respecter : 1) que les conditions de l'étude puissent être aménagées dans un cadre réel et que les participants puissent être protégés des répercussions; 2) qu'une divulgation pleine et entière soit faite aux participants potentiels; 3) que la confidentialité des renseignements soit préservée dans toute la mesure du possible, mais que le risque qu'ils doivent être produits en cour, en cas d'accident, soit clairement énoncé. De façon générale, les options 1 à 6 reposent sur l'hypothèse que les protocoles constituent des observations des conducteurs dans une situation réelle, alors qu'ils effectuent leurs trajets payants habituels, et qu'ils respectent les règles régissant les transporteurs commerciaux sur le territoire où ils conduisent. Étant donné ces hypothèses, les protocoles recommandés rendront les résultats le plus généralisables possible, minimiseront les risques pour les conducteurs, les chercheurs et les parrains, et répondront à une question scientifique d'importance pratique, restée essentiellement sans réponse jusqu'à maintenant. Même si certains des protocoles assignent des conducteurs particuliers à des groupes expérimentaux, leur assignation est fondée, dans la plupart des cas, sur leur comportement habituel à l'égard du sommeil ou des siestes, et ils ne sont pas amenés à modifier leur mode de vie habituel. Seule l'option 6B comporte le risque d'imposer à des conducteurs des conditions expérimentales qui pourraient les exposer à un risque accru. Mais s'il y a divulgation complète du risque potentiel, si les conducteurs sont invités à se servir de leur jugement pour minimiser leur fatigue et maximiser leur sécurité, peu importe les objectifs de l'étude (comme dans toutes les études proposées, d'ailleurs), et si les chercheurs et les entreprises appuient les conducteurs dans leurs décisions concernant la sécurité, ces risques sont alors acceptables, pour autant que les conducteurs acceptent de participer. Quant aux risques associés aux études en laboratoire (options 7 et 8) et à l'étude épidémiologique (option 9), ils sont minimes.

En résumé, l'analyse éthique des protocoles a mis en lumière les enjeux auxquels les chercheurs doivent porter attention avant et pendant l'application de chacun des protocoles. De plus, une formule type de consentement éclairé est proposée pour l'option 1 (voir 4.6.4).

4.8 Lignes directrices pour l'élaboration de protocoles de recherche

Sont énumérés ci-après les principaux points à préciser dans la préparation d'un protocole de recherche. Même s'ils ne s'appliquent pas à toutes les études, ils constituent des repères pour l'examen d'une proposition.

Identification :	Titre du projet, chercheur principal (chercheurs principaux), parrain(s), personne-ressource
Contexte/justification :	Revue de l'information scientifique récente sur le sujet Justification de l'étude Les «pour» et les «contre» de la situation présente
But :	Hypothèses, objectifs, questions auxquelles on cherche à répondre
Population :	Description et raison pour laquelle on s'y intéresse Critères d'inclusion/exclusion Plan de l'étude, p. ex., groupes et conditions Méthode d'échantillonnage Calcul de la taille et de la puissance statistique de l'échantillon
Procédure :	Description des procédures et de l'information à recueillir Procédures mises en place expressément pour la recherche Durée de l'étude et durée des tests Sources de données, autres que la collecte directe (p. ex., dossiers des employés)
Intervention :	Caractéristiques et calendrier de l'étude Sécurité et risques Modalité de retrait Écart par rapport aux attentes habituelles reliées au travail Aspects expérimentaux de l'intervention
Tests, mesures :	Nombre et fréquence Description des risques Exemplaire des instruments, questionnaires utilisés
Risques et avantages :	Tout risque associé à l'étude, au plan d'étude et aux tests doit être clairement énoncé, sans escamotage des effets négatifs possibles Les avantages ne doivent pas être amplifiés
Analyses de données proposées :	Statistique descriptive, statistique inférentielle (p. ex., moyennes, ANOVA [analyse de variance], corrélations, régressions)
Incidences de la recherche :	Quel effet l'étude aura-t-elle sur les sujets?

Enjeux/préoccupations éthiques :	Enjeux spéciaux reliés à la population – compétence, âge Risques par rapport aux avantages Méthode de recrutement de l'échantillon (sans obligation, explications verbales et écrites, temps pour y penser) Mesures de protection de la confidentialité Sécurité des données

4.9 Directives concernant la rédaction des formules de consentement éclairé

Une formule de consentement éclairé doit contenir, dans la mesure du possible, toute l'information dont une personne a besoin pour prendre une décision éclairée. Même si l'information figure par écrit sur la formule de consentement, elle doit aussi être expliquée verbalement. Les participants doivent avoir assez de temps pour réfléchir avant de prendre leur décision et avoir l'occasion de poser des questions et de demander des éclaircissements. L'invitation à participer à une étude doit être présentée de manière que la décision de participer ou non puisse être prise librement, sans coercition ni influence indue.

Voici quelques-uns des points à prendre en considération lorsque l'on rédige une formule de consentement éclairé :

Introduction :	Une introduction, qui présente le processus de consentement éclairé, est recommandée. Voici un exemple d'introduction : «Avant d'accepter de participer à cette étude, il est important que vous lisiez et compreniez le reste du document, qui explique l'étude envisagée. Ce document décrit le but, les procédures, les avantages, les inconforts, les risques et les précautions associés à cette étude. Vous êtes libre de refuser de participer ou, si vous acceptez, de vous retirer de l'étude à n'importe quel moment. Pour décider de votre participation à l'étude, vous devez en savoir assez sur les risques et les avantages associés à celle-ci pour prendre une décision éclairée. C'est ce qu'on appelle le processus de consentement éclairé. N'hésitez pas à demander au personnel de l'étude de vous expliquer tous les mots que vous ne comprenez pas avant de signer la présente formule de consentement éclairé. Ne signez pas ce document avant d'avoir obtenu des réponses satisfaisantes à toutes vos questions.»
La formule de consentement doit :	Être imprimée sur du papier à en-tête Être rédigée dans un langage que les sujets n'auront pas de difficulté à comprendre Utiliser des termes techniques et médicaux simples et clairs Définir les abréviations et formules abrégées

	Utiliser des comparaisons significatives pour décrire des montants ou des risques Être présentée en gros caractères si les participants sont des personnes âgées S'adresser au lecteur à la deuxième personne du pluriel Être identifiée par la date de la version ou la date
Identification :	Titre de l'étude, nom du chercheur et coordonnées, nom du parrain et coordonnées
Droits du participant en tant que volontaire :	La participation est volontaire Le refus de participer n'a aucune conséquence sur l'emploi Droit de se retirer de l'étude sans préjudice et conséquences du refus de participer
Description de l'étude :	Description de l'étude et de son but Pourquoi la personne est invitée à y participer Nombre de participants recherchés Durée de l'étude Expérience acquise avec le médicament ou le traitement expérimental
Procédures :	Aperçu des étapes de l'étude Plan de l'étude, p. ex., randomisée, groupes – définir les termes
Intervention :	Description de l'intervention, des conditions, des attentes, etc.
Essais :	Procédures reliées à l'étude par rapport au travail normal Description des essais ou des mesures Fréquence et nombre Nombre de visites et temps à consacrer à l'étude
Admissibilité :	Critères d'inclusion/exclusion
Risques/inconvénients :	Doivent être clairement et complètement exposés, pour tous les traitements et essais Inconforts Estimation de la probabilité de tout événement indésirable Qui appeler en cas d'événement indésirable
Avantages :	Pour le sujet, pour la société – ne pas exagérer
Retrait :	Droit de se retirer à n'importe quel moment Directives pour les sujet retirés de l'étude et conséquences du retrait Règles d'interruption de l'étude

Confidentialité :	Comment les données seront traitées Accès possible du parrain ou d'autres organismes aux dossiers Partage de l'information avec d'autres chercheurs
Rétribution :	Le cas échéant, ce qu'elle couvre – éviter le langage juridique
Clause de non-renonciation :	«En signant cette formule, vous ne renoncez à aucun de vos droits découlant de la loi et ne dégagez aucun des chercheurs, parrains ou autres parties intervenantes de leurs responsabilités légales et professionnelles.»
Nouveaux résultats :	Le participant sera informé de tout résultat nouveau obtenu au cours de l'étude, qui pourrait influer sur sa volonté de continuer à participer à l'étude.
Questions/préoccupations :	Nom et numéro de téléphone des personnes-ressources. Pour toute question concernant les droits des participants à une recherche, donner le nom et les coordonnées du président du CÉR/IRB.
Consentement :	Le consentement comme tel doit être énoncé à la première personne. Il doit répéter certains des points importants que le sujet doit connaître pour participer à l'étude. L'énoncé doit indiquer que la participation est volontaire et que le participant recevra une copie datée et signée de la formule.
Signatures :	Le consentement doit être signé et daté par le sujet et par la personne qui lui a expliqué l'étude et a obtenu son consentement. La personne qui obtient le consentement peut être un des chercheurs ou un représentant des chercheurs. De plus, la personne qui obtient le consentement doit : a) bien connaître le protocole de l'étude de façon à pouvoir répondre aux questions que le participant potentiel peut poser, b) être capable d'obtenir auprès des chercheurs l'information nécessaire pour répondre aux questions posées par le participant potentiel, c) idéalement, ne pas être un supérieur hiérarchique du participant potentiel.
Date du consentement :	Le consentement doit être daté, pour faciliter le suivi des éventuelles versions ultérieures du consentement.

RÉFÉRENCES

Akerstedt, T. and Folkard, S. Validation of the S and C components of the three-process model of alertness regulation. *Sleep, 18*, 1-6. 1995.

Akerstedt, T. and Folkard, S. The three-process model of alertness and its extension to performance, sleep latency, and sleep length. *Chronobiology International, 14*, 115-123. 1997.

Balkin, T., Thome, D., Sing, H., Thomas, M., Redmond, D., Wesensten, N., Williams, J., Hall, S., and Belenky, G. *Effects of sleep schedules on commercial motor vehicle driver performance*. Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 2000.

Dawson, D. and Fletcher, A. Field-based validations of a work-related fatigue model based on hours of work. Transportation Research Part F. *Traffic Psychology and Behaviour, 4*(1), 75-88. 2001.

George, C. F. P., Laberge-Nadeau, C., Moldofsky, H., Rhodes, W., and Vespa, S. *Report on results of Canadian expert panel deliberations concerning Canadian industry proposal for single driver sleeper berth split rest*. Transportation Development Centre, Transport Canada. 2003.

Hanowski, R. J., Wierwille, W. W., Gellatly, A. W., Early, N., and Dingus, T. A. *Impact of local short haul operations on driver fatigue*. Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 2000.

Jones, I. S. and Stein, H. S. *Effect of driver hours-of-service on tractor-trailer crash involvement*. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, VA. 1987.

National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research . *The Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research*. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1979.

Smiley, A., Boivin, D. B., Heslegrave, R., and Davis, D. *Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires : Recherche documentaire*. TP 14206F, Centre de développement des transports, Transports Canada. 2003.

Vollmann, J., Winau, R., Proctor, R. N., Hanauske-Abel, H. M., Seidelman, W. E., Weindling, P., Brentlinger, P. E., and Barnouti, H. N. Nuremberg Doctor's Trial. *British Medical Journal, 313*(7070), 1445-1475. 1996.

Wylie, C. D., Shultz, T., Miller, J. C., Mitler, M. M. et Mackie, R. R. *Étude sur la fatigue et la vigilance chez les conducteurs de véhicules utilitaires*. TP 12876F. Centre de développement des transports, Transports Canada, 1996.

Wylie, C. D., Shultz, T., Miller, J. C., Mitler, M. M. et Mackie, R. R. *Étude sur le pouvoir de récupération associé aux périodes de repos chez les conducteurs de véhicules utilitaires*. TP 12850F, Centre de développement des transports, Transports Canada. 1997.

ANNEXE A

RÉSULTATS DU SONDAGE SUR LA FATIGUE ET LA RÉCUPÉRATION CHEZ LES CONDUCTEURS DE VÉHICULES UTILITAIRES

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de la phase II du projet *Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires*, on a interrogé 300 conducteurs de véhicules utilitaires dans des relais routiers près de Calgary, de Toronto et de Montréal afin de mieux connaître leurs horaires de travail et de repos types, et de recueillir leurs impressions subjectives de fatigue après des périodes de travail de durées diverses.

Le sondage comportait des questions sur le profil démographique des conducteurs, leur expérience et leur type de conduite, leur nombre d'heures de service par jour de travail, le nombre d'heures qu'ils consacraient à la conduite, au chargement et au déchargement, à l'attente de chargement/déchargement, aux siestes et au sommeil, leur niveau de fatigue au terme du premier, du deuxième, du troisième et du quatrième jour de conduite, leur niveau de fatigue après le maximum de 60 heures de travail, le nombre de quarts travaillés avant de prendre 24, 36, 48 ou 72 heures de repos, et la durée moyenne de la période nécessaire à leur récupération. Plusieurs comparaisons ont été faites : notamment entre les conducteurs qui travaillaient essentiellement de jour, ceux qui travaillaient de jour et de nuit, et ceux qui travaillaient essentiellement de nuit, entre les conducteurs qui avaient déclaré des niveaux élevés de fatigue et ceux qui avaient déclaré de faibles niveaux de fatigue, entre les conducteurs salariés et les conducteurs indépendants, et entre les conducteurs de Calgary, de Toronto et de Montréal.

Les résultats de ce sondage (décrits ci-après) ont servi à peaufiner les protocoles expérimentaux élaborés au cours de la première phase du projet.

2 MÉTHODES

On a procédé à deux types de sondage : 1) un sondage complet constitué d'une entrevue de 30 minutes au cours de laquelle un assistant de recherche a interrogé les conducteurs et entré les données dans un ordinateur portatif, et 2) un questionnaire d'une page reprenant certaines des questions posées dans le sondage complet et rempli individuellement par les conducteurs. Ce questionnaire d'une page demandait beaucoup moins de temps que le sondage complet. Il avait pour objet de vérifier que l'échantillon des conducteurs disposés à participer à l'entrevue d'une demi-heure était représentatif de la population des conducteurs. De plus, il a permis d'obtenir de façon peu coûteuse diverses données sur un grand groupe de conducteurs. En tout, 300 conducteurs ont été interrogés, soit la moitié pour chaque type de sondage, et un tiers dans chacune des villes de Calgary, Toronto et Montréal.

Les sondages ont été menés entre le 3 mars et le 18 juin 2003, en semaine entre 7 h 45 et 22 h. Environ un tiers des entrevues ont été réalisées le matin, un tiers, en après-midi et un tiers, en soirée. Sachant que les périodes de travail des conducteurs ont une durée moyenne de 8 à 12 heures, le choix de ces heures pour les entrevues devait permettre de rejoindre les conducteurs affectés à tous les types d'horaire, y compris ceux qui travaillent essentiellement la nuit. Les camionneurs ont été abordés dans des relais routiers aux environs de Calgary, de Toronto et de Montréal.

3 RÉSULTATS

Pour faciliter la consultation, tous les tableaux des résultats sont regroupés à la fin de la présente annexe, à l'appendice A1. Les tableaux présentent les résultats suivants :

Tableau A1-1	Profil démographique
Tableau A1-2	Horaire de travail au cours de la dernière année
Tableau A1-3	Horaire de travail au cours des trois derniers jours
Tableau A1-4	Moment de la conduite
Tableau A1-5	Auto-diagnostic de la fatigue, conduite de jour
Tableau A1-6	Auto-diagnostic de la fatigue, conduite surtout de jour avec conduite de nuit
Tableau A1-7	Auto-diagnostic de la fatigue, conduite de nuit

Les tableaux A1-8 à A1-15 présentent des comparaisons entre les divers groupes suivants :

Tableau A1-8	Conduite de jour *vs* conduite de nuit *vs* conduite surtout de jour avec conduite de nuit
Tableau A1-9	Niveaux élevés *vs* faibles niveaux de fatigue
Tableau A1-10	Prévisibilité faible *vs* prévisibilité élevée
Tableau A1-11	Calgary *vs* Toronto *vs* Montréal
Tableau A1-12	Conducteurs longue distance *vs* courte distance
Tableau A1-13	Conducteurs salariés *vs* conducteurs indépendants
Tableau A1-14	Conducteurs de camion-citerne *vs* autres
Tableau A1-15	Questionnaire d'une page *vs* sondage complet

Les résultats associés à chaque tableau sont résumés ci-dessous.

À l'exception du tableau 15, tous les tableaux, et les commentaires connexes ci-dessous, portent sur les résultats de l'entrevue de 30 minutes, à moins d'indications contraires.

3.1 Taux de réponse

Le pourcentage des conducteurs qui ont accepté de participer à l'entrevue de 30 minutes ou de répondre au questionnaire d'une page a été de 70 p. 100 (302/431). Le taux de participation a été le même à Calgary et à Montréal (76 p. 100), et plus faible à Toronto (60 p. 100). Le taux de participation selon le type de sondage a été relevé seulement à Montréal et à Toronto. À Montréal, la participation a été plus élevée à l'entrevue alors qu'à Toronto, elle a été plus élevée au questionnaire d'une page.

3.2 Profil démographique (tableau A1-1)

La très grande majorité des conducteurs étaient des hommes (97 p. 100). Les répondants comptaient entre 1 et 50 ans d'expérience dans l'industrie du camionnage, avec une moyenne de 19 ans (écart type = 12, n = 150). La plupart des conducteurs étaient des salariés qui travaillaient pour le compte d'une entreprise (73 p. 100) et parcouraient de longues distances (87 p. 100). Seulement 11 conducteurs sur les 150 interviewés (7 p. 100) conduisaient des camions-citernes.

Interrogés sur leur état de santé, 97 p. 100 des conducteurs ont indiqué qu'il était au moins «bon». Seulement 3 p. 100 ont déclaré qu'il n'était «pas bon» ou qu'il était «médiocre». Les deux tiers des conducteurs se sont décrits comme étant du «type matinal», les autres se considérant plutôt comme du «type nocturne». Cinq pour cent des conducteurs ont déclaré avoir des troubles du sommeil. La moitié de ce groupe a fait état d'insomnie et l'autre, d'apnée du sommeil.

3.3 Horaire de travail au cours de la dernière année (tableau A1-2)

On a demandé aux conducteurs d'examiner l'année écoulée et d'évaluer le nombre d'heures qu'ils avaient consacrées en moyenne, au cours d'une période de 24 heures, au travail en général (incluant conduite, chargement, inspections, etc.), à la conduite proprement dite, au chargement, à l'attente du chargement, aux siestes et au sommeil. Les résultats sont présentés au tableau A-1.

Tableau A-1 Horaire de travail au cours de la dernière année

Question : B1-6	n	Heures moyennes	Écart type	Max.	Min.
Travail	150	13,4	2,8	24	6
Conduite	150	10,3	2,7	20	2
Chargement	108	2,3	1,3	6	1
Attente du chargement	89	2,0	0,9	5	1
Sieste	55	1,8	0,8	4	1
Sommeil	149	6,9	1,6	12	2

Le nombre de jours ou de nuits consécutifs pendant lesquels les conducteurs avaient travaillé pendant l'année écoulée était de 6,3 en moyenne (écart type = 2,4, n = 143). On a multiplié cette moyenne par le nombre moyen d'heures consacrées au travail pendant une journée (13,4 heures) pour obtenir une moyenne de 84 heures de travail avant la prise d'une période de récupération. Sur l'ensemble, 29 conducteurs ont indiqué qu'ils travaillaient habituellement plus de sept jours avant de prendre au moins un jour de repos.

En plus de poser des questions concernant les horaires de travail types, on a demandé aux conducteurs quelles étaient leurs heures de travail maximales. Le nombre maximal moyen d'heures de service par jour de travail se situait autour de 17,3 heures, avec une moyenne de 13,9 heures consacrées à la conduite. Le nombre maximal de quarts consécutifs par cycle de travail était de 8,5 en moyenne.

Aux fins du classement des types de quarts travaillés, on a défini la catégorie «conduite de jour» comme se rapportant aux conducteurs qui ne conduisent pas entre minuit et 6 h, «conduite surtout de jour avec conduite de nuit» comme se rapportant aux conducteurs qui ne conduisent pas plus de deux heures entre minuit et 6 h, et «conduite de nuit» comme se rapportant aux conducteurs qui conduisent pendant deux heures ou plus entre minuit et 6 h. En ce qui concerne la conduite de nuit, 29 conducteurs (19 p. 100) ont déclaré que, pendant tous leurs quarts, ils conduisaient pendant deux heures ou plus entre minuit et 6 h. Cinquante-quatre conducteurs (36 p. 100) seraient considérés comme conducteurs de jour puisqu'ils ont déclaré ne jamais conduire deux heures ou plus pendant cette période.

En ce qui concerne les périodes de récupération après un cycle de travail moyen, les conducteurs ont déclaré prendre en moyenne deux jours de repos. Au cours d'un mois moyen, ils prennent 6,5 jours de repos. Ils ont en moyenne 2,2 périodes de sommeil avant de reprendre le travail, et toutes les périodes de sommeil sont comprises en tout ou en partie entre minuit et 6 h. Interrogés sur le nombre d'heures de sommeil qu'ils prenaient habituellement après le premier, le deuxième et le troisième jour de repos, les conducteurs ont fait état de 8,1 heures (n = 148), 7,8 heures (n = 126) et 7,8 heures (n = 53), respectivement. Il est à noter qu'un tiers seulement des conducteurs interrogées ont déclaré des heures au cours d'une troisième nuit de récupération.

À la question de savoir à quel moment de la journée ils faisaient habituellement une sieste lorsqu'ils étaient en service, 35 p. 100 des conducteurs ont indiqué qu'ils ne faisaient jamais de sieste, 22 p. 100, qu'ils en faisaient pendant la journée, 20 p. 100, pendant qu'ils attendaient de charger le camion, 13 p. 100, pendant le chargement ou le déchargement et 12 p. 100, pendant les heures de pointe. Seulement 4 p. 100 ont déclaré faire une sieste entre minuit et 6 h. À la question de savoir s'ils faisaient une sieste les jours de repos pour récupérer le sommeil perdu, 9 p. 100 ont déclaré le faire souvent, 17 p. 100, parfois, 24 p. 100, rarement et 50 p. 100, jamais.

En ce qui concerne la conduite après minuit, 44 p. 100 des conducteurs ont déclaré ne jamais conduire passé minuit. Les raisons les plus couramment invoquées par ceux qui le faisaient étaient d'abord qu'ils devaient respecter une heure fixée pour le chargement ou le déchargement (46 p. 100) du camion, et ensuite qu'ils voulaient éviter les heures de pointe (35 p. 100). La majorité des conducteurs (58 p. 100) ont indiqué que s'ils voulaient éviter de conduire entre minuit et 6 h, ils ne seraient pas en mesure d'aménager leurs horaires pour le faire.

On leur a aussi demandé quelles heures ils évitaient afin de limiter la somnolence. La majorité a cité la période de 5 h à 05 h 59 (34 p. 100), ensuite de 4 h à 4 h 59 (13 p. 100), de 6 h à 6 h 59 (11 p. 100) et de 7 h à 7 h 59 (8 p. 100). Au plus 5 p. 100 des conducteurs tâchaient d'éviter chacune des autres périodes d'une heure.

En ce qui concerne la prévisibilité de l'horaire de travail suivant, sur une échelle de 1 (pas du tout prévisible) à 7 (très prévisible), la cote moyenne était de 4,3 (écart type = 2,5).

3.4 Horaire de travail au cours des trois derniers jours (tableau A1-3)

On a demandé aux conducteurs de rendre compte de leur horaire de travail des trois jours précédents, y compris le jour courant. Les données présentées ici concernent les 150 conducteurs qui ont participé au sondage complet (voir la comparaison avec les conducteurs qui ont rempli le questionnaire d'une page à la section 3.12). Les conducteurs qui ont déclaré des heures pour la journée courante ont estimé le temps de travail, de conduite, etc. pour le reste de la journée. Les heures de début étaient habituellement comprises entre 5 h et 8 h 59 (57 p. 100 des réponses). Les heures d'arrêt étaient davantage réparties sur toute la journée, les périodes les plus fréquentes étant comprises entre minuit et 0 h 59 (11 p. 100), 23 h et 23 h 59 (10 p. 100) et 16 h et 16 h 59 (8 p. 100).

Les nombres moyens d'heures déclarées par jour, pour les trois jours, étaient les suivants :

- Travail = 11,4 heures (n = 382, écart type = 4,2)
- Conduite = 8,3 heures (n = 371, écart type = 3,1)
- Sommeil = 7,3 heures (n = 372, écart type = 1,8)
- Sieste = 2,0 heures (n = 71, écart type = 1,5)
- Chargement/déchargement = 2,6 heures (n = 222, écart type = 2,6)

Il est à noter que des heures de sieste ont été indiquées pour seulement 19 p. 100 des quarts, et des heures de chargement, pour 58 p. 100.

Pour vérifier la cohérence des réponses données par chaque conducteur, on a calculé la différence entre l'«heure de début aujourd'hui» et l'«heure d'arrêt hier» et on a comparé cette différence aux heures de sommeil après le quart d'hier. Voici les résultats obtenus :

Échantillon (n = 124)

- 7 p. 100 (heures de sommeil) > (temps de repos)
- 29 p. 100 (heures de sommeil) = (temps de repos)
- 18 p. 100 (temps de repos) – (heures de sommeil) < 2 heures
- 46 p. 100 (temps de repos) – (heures de sommeil) >= 2 heures

Ces données montrent que les conducteurs ont tendance à surestimer leur temps de travail ou leur temps de sommeil.

Les conducteurs ont dû estimer leur niveau de fatigue à la fin de chaque journée de conduite sur une échelle de 1 à 7, 1 indiquant aucune fatigue et 7 indiquant une très grande fatigue. La cote moyenne était de 3,3 (n = 422, écart type = 3,3).

Ils ont également dû évaluer depuis combien de jours ils n'avaient pas eu de période de récupération. Voici les jours travaillés avant une période de récupération :

- 24 heures de repos = 3,6 jours (n = 127, écart type = 2,0)
- 36 heures de repos = 4,8 jours (n = 125, écart type = 3,2)
- 48 heures de repos = 7,4 jours (n = 132, écart type = 7,6)
- 72 heures de repos = 13,4 jours (n = 97, écart type = 10)

3.5 Conduite de nuit vs conduite de jour vs conduite surtout de jour avec conduite de nuit (tableaux A1-4, A1-5, A1-6, A1-7 et A1-8)

Le tableau A1-4 présente le pourcentage de quarts, au cours des deux derniers mois, caractérisés par une «conduite de jour» (aucune conduite entre minuit et 6 h), une «conduite surtout de jour avec conduite de nuit» (pas plus de deux heures de conduite entre minuit et 6 h) et une «conduite de nuit» (deux heures ou plus de conduite entre minuit et 6 h).

Les conducteurs tombant dans la catégorie «conduite de jour» sont ceux qui ont indiqué que, pendant 75 p. 100 ou plus de leurs quarts au cours des deux derniers mois, ils avaient conduit essentiellement de jour (n = 80). La même définition, mais

pour les quarts de nuit, a servi à catégoriser ceux qui conduisaient essentiellement de nuit (n = 25). Le reste des conducteurs (n = 45) a été classé dans la catégorie «conduite surtout de jour avec conduite de nuit».

Les tableaux A1-5, A1-6 et A1-7 présentent les évaluations de la fatigue des conducteurs pour les trois types de quart. On a demandé aux conducteurs d'évaluer leur niveau de fatigue après un quart de travail de 10 à 13 heures. Comme l'indique le tableau A-2, les niveaux de fatigue sont les plus élevés dans la catégorie «conduite surtout de jour avec conduite de nuit» après quatre quarts de travail.

Tableau A-2 Auto-diagnostic de la fatigue

Question G/H/I, 2-5	Après 1 quart	Après 2 quarts	Après 3 quarts	Après 4 quarts
Conduite de jour	2,9	2,9	3,1	3,5
Conduite surtout de jour avec conduite de nuit	3,4	3,5	3,9	4,2
Conduite de nuit	3,1	3,3	3,4	3,6

* Fatigue (1 = pas du tout fatigué, 7 = très fatigué)

Le tableau A1-8 montre une comparaison du profil démographique et des horaires de travail et de repos pour les conducteurs de trois différents quarts. Les caractéristiques démographiques des trois catégories étaient similaires. Il n'y avait pas non plus de différences dans le nombre d'heures déclarées au cours de la dernière année ou des trois jours précédents. Toutefois, le nombre médian de quarts avant un repos de 24 heures était plus faible pour les conducteurs de nuit (trois jours) que pour les deux autres groupes (quatre jours).

3.6 Niveaux élevés *vs* faibles niveaux de fatigue (tableau A1-9)

Le tableau A1-9 fait la comparaison entre les conducteurs ayant déclaré des niveaux de fatigue élevés et de faibles niveaux de fatigue au cours des trois jours précédents. La cote de fatigue moyenne des conducteurs les plus fatigués (n = 45) était supérieure à 4,0 (sur une échelle de 1 à 7, 7 correspondant au plus fatigué) et celle des moins fatigués (n = 40), inférieure à 2,1. Les nombres sont inégaux parce que tous les conducteurs dont la cote correspondait aux points de coupure du 25^{e} et du 75^{e} centile ont été inclus dans la comparaison.

Les conducteurs qui éprouvent le plus de fatigue :

- ont en moyenne près de trois ans d'expérience de moins que les conducteurs qui éprouvent le moins de fatigue (17,8 contre 20,7 ans);
- ont travaillé en moyenne près de trois heures de plus par jour que ceux qui sont le moins fatigués (12,7 contre 9,6 heures), au cours des trois jours précédents;
- ont dormi en moyenne une demi-heure de moins (7,2 contre 7,7 heures) au cours des trois jours précédents;
- ont habituellement pris moins de jours de repos au cours d'un mois moyen (6,0 contre 6,6);

- travaillent plus de jours avant d'avoir 24 (8,1 contre 5,1 jours), 36 (6,1 contre 9,1 jours), 48 (13,6 contre 7,8 jours) ou 72 (29,1 contre 17,6 jours) heures de repos.

3.7 Prévisibilité faible *vs* prévisibilité élevée (tableau A1-10)

Le tableau A1-10 fait une comparaison des cotes attribuées par les conducteurs concernant la prévisibilité de leur prochain horaire de travail. Les conducteurs dont l'horaire suivant était le moins prévisible (n = 45) ont tous donné une cote de prévisibilité = 1 (sur une échelle de 1 à 7, 1 étant le moins prévisible); ceux dont l'horaire suivant était le plus prévisible (n = 49) ont tous attribué une cote = 7.

Pour ce qui est de la prévisibilité de l'horaire suivant, sur une échelle de 1 (pas du tout prévisible) à 7 (très prévisible), la cote moyenne était de 4,3 (écart type = 2,5).

Les conducteurs dont l'horaire était le moins prévisible :

- avaient en moyenne près de sept ans d'expérience de moins que ceux dont l'horaire était le plus prévisible (15,9 contre 22,6 ans);
- travaillaient en moyenne une heure et demie de plus par jour que ceux dont l'horaire était le plus prévisible (12,2 contre 10,7 heures);
- avaient un niveau de fatigue plus élevé en moyenne (cote de 3,9 contre 3,0 sur 7, 7 représentant le plus haut niveau de fatigue).

3.8 Résultats par région – Calgary *vs* Toronto *vs* Montréal (tableau A1-11)

Le tableau A1-11 compare les résultats par région. Les différences démographiques entre régions étaient les suivantes :

- les conducteurs de Montréal avaient en moyenne cinq ans d'expérience de moins que les autres (16 ans contre 21 ans);
- les conducteurs interviewés à Montréal étaient plus nombreux que ceux d'ailleurs à travailler sur de courtes distances (24 p. 100 contre 10 p. 100 [Toronto] et 4 p. 100 [Calgary]).

D'après les données sur les trois jours de conduite précédents, les différences régionales étaient les suivantes :

- les conducteurs de Toronto sont plus susceptibles que les conducteurs de Calgary ou de Montréal de s'arrêter avant minuit (plutôt qu'après);
- les conducteurs de Calgary travaillent au total deux heures de moins par jour en moyenne que les autres (9,9 contre 12,0 [Toronto] et 12,1 [Montréal]);
- les conducteurs de Calgary sont ceux qui conduisent le plus d'heures (Calgary = 8,7 heures, Toronto = 8,4 heures, Montréal = 7,8 heures), mais qui effectuent le moins de chargements;
- davantage de conducteurs interrogés à Montréal ont effectué un chargement au cours des trois jours précédents (n = 97 contre n = 71 [Toronto] et 53 [Calgary]), et parmi ceux qui ont déclaré avoir effectué un chargement, ce sont eux qui ont consacré le plus de temps à cette activité (2,9 heures contre 2,3 heures [Toronto] et 2,2 heures [Calgary]);

- les conducteurs de Calgary ont rapporté le plus grand nombre d'heures passées à attendre de charger/décharger (3,4 heures contre 1,8 heure [Toronto] et 1,9 heure [Montréal]);
- plus de conducteurs de Montréal ont fait une sieste au cours des trois jours précédents (n = 29 contre n = 26 [Toronto] et 16 [Calgary]), mais pendant moins de temps (1,4 heure contre 2,3 heures [Calgary] et 2,5 heures [Toronto]);
- les conducteurs de Toronto ont déclaré le plus haut niveau de fatigue en moyenne (3,6) et ceux de Calgary, le niveau le plus bas (3,0);
- les conducteurs de Calgary sont ceux qui ont pris le moins souvent 36 heures de repos (médiane après six jours, contre quatre jours pour Toronto et Montréal);
- les conducteurs de Calgary sont ceux qui ont pris le moins souvent 48 heures de repos (médiane après sept jours, contre cinq jours pour Toronto et quatre jours pour Montréal);
- les conducteurs de Montréal sont ceux qui ont pris le moins souvent 72 heures de repos (médiane après 21 jours, contre 14 jours pour Toronto et Calgary).

3.9 Conducteurs longue distance *vs* conducteurs courte distance (tableau A1-12)

La plupart des répondants étaient des conducteurs longue distance ou grands routiers (87 p. 100 des interviewés). Les différences démographiques entre conducteurs longue distance et courte distance étaient les suivantes :

- les conducteurs longue distance sont plus âgés (43 p. 100 ont plus de 50 ans, contre 13 p. 100);
- les conducteurs longue distance ont en moyenne cinq ans d'expérience de plus que les conducteurs courte distance.

D'après les données sur les trois jours de conduite précédents :

- les conducteurs courte distance sont 60 p. 100 plus susceptibles de commencer leur journée entre 4 h et 8 h (71 p. 100 contre 44 p. 100);
- les conducteurs courte distance sont plus susceptibles de terminer leur journée entre 16 h et 20 h (58 p. 100), alors que les conducteurs longue distance ont plutôt tendance à la terminer entre 20 h et minuit (40 p. 100);
- les conducteurs longue distance passent deux heures de plus par jour à conduire (8,5 heures contre 6,3 heures), mais travaillent le même nombre d'heures par jour que les conducteurs courte distance (10,0 heures contre 10,1 heures);
- les conducteurs courte distance passent près de 1,5 heure de plus par jour à charger le camion (3,4 heures contre 2,0 heures);
- les conducteurs courte distance se déclarent légèrement plus fatigués (3,7 contre 3,5);
- les conducteurs longue distance prennent 36 heures et 48 heures de repos un jour plus tôt que les conducteurs courte distance;
- les conducteurs courte distance prennent 72 heures de repos presque six jours plus tôt que les conducteurs longue distance;
- les conducteurs courte distance ont près d'un jour de repos de plus par mois que les conducteurs courte distance (7,7 jours contre 6,9 jours).

Le tableau A-3 indique que les conducteurs courte distance ont des heures de début de travail plus concentrées – près de la moitié de ces conducteurs commencent leur

journée entre 5 h et 7 h, alors que seulement le quart des conducteurs longue distance commencent à travailler dans cette plage horaire.

Tableau A-3 Heure du début du quart de travail des conducteurs longue distance et courte distance

Début	Total (n = 400)	Longue distance (n = 350)	Courte distance (n = 50)
4 h – 4 h 59	5 %	5 %	6 %
5 h – 5 h 59	11 %	9 %	24 %
6 h – 6 h 59	18 %	17 %	24 %
7 h – 7 h 59	14 %	14 %	12 %
8 h – 8 h 59	14 %	15 %	4 %

3.10 Conducteurs salariés *vs* conducteurs indépendants (tableau A1-13)

Sur le plan des caractéristiques démographiques, les conducteurs indépendants ont en moyenne quatre ans d'expérience de plus que les conducteurs salariés.

D'après les données sur les trois jours de conduite précédents, les conducteurs indépendants :

- travaillent en moyenne une heure de plus par jour (10,9 heures contre 9,7 heures);
- passent en moyenne une heure de plus par jour à charger le camion (3,4 heures contre 2,3 heures);
- ont 72 heures de repos trois jours plus tôt en moyenne (après 7,3 jours contre 10,2 jours);
- ont près d'un jour de repos de plus par mois en moyenne (7,8 jours contre 7,0 jours de repos).

3.11 Conducteurs de camion-citerne *vs* autres (tableau A1-14)

Les conducteurs de camion-citerne représentaient 7,3 p. 100 de l'échantillon interviewé. Sur le plan des différences démographiques entre les deux groupes, les conducteurs de camion-citerne :

- sont en moyenne trois ans plus âgés;
- font des siestes pendant environ une heure de plus;
- sont plus susceptibles de conduire sur de courtes distances (36 p. 100 contre 9 p. 100);
- ont 48 heures de repos au bout d'une période plus courte (4,3 jours contre 7,6 jours);
- ont 72 heures de repos au bout d'une période plus courte (7,6 jours contre 14,0 jours);
- ont près de deux jours de repos de plus par mois (8,2 jours contre 6,4 jours).

3.12 Questionnaire d'une page *vs* sondage complet (tableau A1-15)

On a comparé les réponses aux questions qui figuraient à la fois dans le questionnaire d'une page et dans le sondage complet. Les répondants au questionnaire d'une page

étaient légèrement plus âgés que les répondants au sondage complet, parcouraient plutôt de courtes distances (29 p. 100 – courte distance contre 13 p. 100 – longue distance), travaillaient en moyenne 1,4 heure de moins par jour, travaillaient moins de jours avant d'obtenir 48 heures de repos (5,1 contre 7,4 jours) ou 72 heures de repos (9,8 contre 13,4 jours), et prenaient plus de temps de repos au cours d'un mois moyen (7,1 contre 6,5 jours).

4 DISCUSSION

4.1 Incohérences des données

Lorsqu'elles ne sont pas consignées, les données d'auto-évaluation risquent de comporter des erreurs dues à des souvenirs imprécis. On a observé un certain nombre d'incohérences internes dans les réponses au sondage complet de même que des écarts entre les résultats du sondage complet et ceux du questionnaire d'une page. D'après leurs souvenirs de la dernière année, les conducteurs ont déclaré 13,4 heures de travail alors que les horaires mentionnés pour les trois jours précédents indiquaient une moyenne de 11,4 heures dans le sondage complet et de 10,0 heures dans le questionnaire d'une page. Comme on l'a noté à la section 3.4, le temps disponible pour le sommeil a été calculé d'après les heures de début et d'arrêt déclarés. Dans 7 p. 100 de l'échantillon, les heures de sommeil dépassaient le temps disponible, et dans 29 p. 100, elles l'égalaient. Cela laisse supposer que les conducteurs ont surestimé soit leur temps de travail, soit leur temps de sommeil. Dans les prochaines études, il faudrait envisager l'utilisation de journaux de bord à remplir tous les jours ou le recours à des enregistreurs de bord.

4.2 Auto-diagnostic de fatigue

On a constaté les plus hauts niveaux de fatigue chez les conducteurs tombant dans la catégorie «conduite surtout de jour avec conduite de nuit». Les cotes les plus faibles se retrouvent chez les conducteurs de jour. Les trois groupes de conducteurs affichaient un profil démographique semblable. Les conducteurs de nuit travaillaient en moyenne une demi-heure de plus, d'après leur horaire des trois jours précédents, que les conducteurs qui travaillaient de jour et que ceux qui travaillaient surtout le jour et aussi la nuit. C'est chez les conducteurs travaillant surtout le jour et aussi la nuit que le nombre médian de quarts avant un repos de 36 heures était le plus élevé – soit 5 jours, comparativement à 4 jours pour les conducteurs de jour et 3,5 jours pour les conducteurs de nuit.

4.3 Paramètres associés aux niveaux élevés de fatigue

Les conducteurs déclarant les plus hauts niveaux de fatigue avaient en moyenne près de trois ans d'expérience de moins que ceux qui étaient les moins fatigués. En moyenne, les conducteurs les plus fatigués avaient, au cours des trois jours précédents, travaillé près de trois heures de plus (12,7 contre 9,6 heures), dormi une demi-heure de moins et travaillé plus de jours avant de prendre du repos, que les travailleurs les moins fatigués. Plus particulièrement, les conducteurs fatigués ont travaillé, en moyenne, 8,1 jours, contre 5,1 jours, avant de prendre 24 heures de repos et 9,1 jours, contre 6,1 jours, avant de prendre 36 heures de repos. Si on multiplie les heures travaillées au cours des trois jours précédents par le nombre moyen de jours travaillés avant un repos de 24 heures, on peut voir que les conducteurs très fatigués travaillent bien au-delà des limites des heures de service – 103 heures – avant de

prendre un repos de 24 heures. Le même calcul montre qu'au contraire, les travailleurs les moins fatigués ont une semaine de travail de plus de moitié moins longue : 49 heures, avant une période de repos de 24 heures.

Il est intéressant de noter que les conducteurs affichant des niveaux de fatigue élevés tombaient dans la même tranche d'âge que les conducteurs déclarant de faibles niveaux de fatigue, et qu'ils avaient plutôt tendance à être au service d'une entreprise.

4.4 Différences régionales

Évoquant leur horaire des trois jours de travail précédents, les conducteurs de Calgary ont déclaré avoir travaillé deux heures de moins que ceux de Toronto ou de Montréal, mais avoir consacré une plus grande partie de ce temps à la conduite qu'au chargement. Les conducteurs de Calgary sont toutefois ceux qui déclarent le moins de jours de repos par mois (tous les 5,9 jours contre 6,6 jours [Toronto] et 7,0 jours [Montréal]).

4.5 Conduite longue distance et courte distance

La majorité des conducteurs interrogés étaient de grands routiers. Ceux-ci représentaient 87 p. 100 des répondants au sondage complet et 71 p. 100 des répondants au questionnaire d'une page. Les conducteurs longue distance ont déclaré le même temps de travail, mais celui-ci se répartissait autrement : ils consacraient deux heures de plus par jour à la conduite et 1,5 heure de moins par jour au chargement que les conducteurs courte distance. Ils ont de plus indiqué qu'ils prenaient 36 et 48 heures de repos un jour plus tôt, mais 72 heures de repos six jours plus tard que les conducteurs courte distance. Ces derniers ont fait état de niveaux de fatigue légèrement plus élevés.

5 RÉSULTATS AYANT DES INCIDENCES SUR LES PROTOCOLES

Lors de l'établissement des protocoles expérimentaux qui serviront à vérifier la durée de la période de récupération nécessaire, il est important que les plans d'expérience reflètent la réalité des horaires de travail et de repos des conducteurs de véhicules utilitaires. Les résultats du sondage qui ont une incidence sur les protocoles expérimentaux sont présentés aux sections 5.1 à 5.5.

5.1 Heures de travail

Les conducteurs ont indiqué que, dans leur horaire type de la dernière année, ils avaient travaillé en moyenne 13,4 heures, avec un écart type de 2,8 heures. Dans leur horaire réel du jour du sondage et des deux jours précédents, le nombre moyen d'heures de travail était moins élevé : 11,4 heures (écart type 4,1) dans le cas des conducteurs répondant à l'entrevue de 30 minutes, et 10,0 heures pour ceux répondant au questionnaire d'une page (écart type 4,0).

5.2 Nombre de quarts consécutifs

Les conducteurs ont indiqué que, selon leur horaire type de l'année précédente, ils avaient travaillé en moyenne 6,3 quarts avant de prendre au moins un jour complet de repos. À la question de savoir quand, pour la dernière fois, ils avaient pris un repos de 24 heures, on a obtenu une valeur moyenne de 3,6 jours, avec un écart type de deux jours.

5.3 Heures des quarts

Le sondage a été effectué pendant la période comprise entre 7 h 45 et 22 h, de manière à englober tous les types de quarts. Dans notre échantillon, 19 p. 100 des conducteurs ont indiqué qu'au cours de tous leurs quarts, ils conduisaient deux heures ou plus entre minuit et 6 h. Ces conducteurs ont été classés dans la catégorie des conducteurs de nuit. Sur l'ensemble, 36 p. 100 ont déclaré qu'aucun de leurs quarts de travail ne les amenait à conduire entre minuit et 6 h : ils ont été classés dans la catégorie des conducteurs de jour. En ce qui concerne la conduite après minuit, 44 p. 100 ont déclaré ne jamais conduire passé minuit; ainsi, la majorité des conducteurs conduisent au moins un peu après minuit. En fait, compte tenu de la période pendant laquelle ont été effectuées les entrevues, il est probable que le pourcentage de conducteurs de nuit ait été sous-estimé et celui des conducteurs de jour, surestimé.

5.4 Périodes de récupération

Concernant les périodes de récupération, les conducteurs ont fait état d'une moyenne de deux jours de repos. Seulement un tiers des conducteurs ont répondu à la question concernant le sommeil après le troisième jour de récupération.

5.5 Siestes

Un tiers seulement des conducteurs ont déclaré des heures de sieste au cours de la journée de travail. À la question concernant l'heure à laquelle ils font habituellement une sieste, 35 p. 100 des conducteurs ont indiqué qu'ils n'en faisaient jamais, 22 p. 100, qu'ils en faisaient pendant la journée, 20 p. 100, en attendant le chargement, 13 p. 100, pendant le chargement ou le déchargement et 12 p. 100, pendant les heures de pointe. Seulement 4 p. 100 ont indiqué faire une sieste entre minuit et 06 h.

APPENDICE A1

RÉSULTATS DÉTAILLÉS (TABLEAUX A1-1 – A1-15)

Tableau A1-1 Profil démographique

Sexe		
A2	Hommes	97 %
	Femmes	3 %
Âge		
A3	Moins de 30 ans	14 %
	30-39 ans	20 %
	40-49 ans	31 %
	50-59 ans	29 %
	60 ans et plus	6 %
Employeur		
A4	Entreprise	73 %
	Artisan	27 %
Type matinal ou nocturne		
A5	Matinal	67 %
	Nocturne	33 %
État de santé		
A6	Excellent	22 %
	Très bon	37 %
	Bon	38 %
	Pas bon	2 %
	Médiocre	1 %
Troubles du sommeil		
A7	Aucun	95 %
	Insomnie	3 %
	Apnée du sommeil	3 %
Années d'expérience dans l'industrie du camionnage		
A8	N	148
	Moyenne	18,9
	Écart type	11,9
	Max.	50
	Min.	1
Type de conduite		
A9	Longue distance	87 %
	Courte distance	13 %
Années dans le type de conduite actuel		
A10	N	146
	Moyenne	14,5
	Écart type	11,8
	Max.	45
	Min.	1
Conducteurs de camion-citerne		
A11	Oui	7 %
	Non	93 %

Tableau A1-2 Horaire de travail au cours de la dernière année

Heures moyennes de service par jour de travail		
B1	N	150
	Moyenne	13,4
	Écart type	2,8
	Max.	24
	Min.	6
Heures moyennes de conduite par jour de travail		
B2	N	150
	Moyenne	10,3
	Écart type	2,7
	Max.	20
	Min.	2
Heures moyennes de chargement et de déchargement par jour de travail		
B3	N	108
	Moyenne	2,3
	Écart type	1,3
	Max.	6
* 41 réponses = 0	Min.	1
Heures moyennes passées par jour de travail à attendre de charger/décharger		
B4	N	89
	Moyenne	2,0
	Écart type	0,9
* 53 réponses = 0	Max.	5
** 7 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1
Heures moyennes de sieste par jour de travail		
B5	N	55
	Moyenne	1,8
	Écart type	0,8
	Max.	4
* 94 réponses = 0	Min.	1

Heures moyennes de sommeil par jour de travail		
B6	N	149
	Moyenne	6,9
	Écart type	1,6
	Max.	12
* 1 réponse > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	2
N^{bre} de jours/nuits consécutifs travaillés par semaine		
B7	N	143
	Moyenne	6,3
	Écart type	2,4
	Max.	14
	75^{e} centile	7
	25^{e} centile	5
* 7 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	2
Pourcentage de ces quarts nécessitant 2 heures ou plus de conduite entre minuit et 06 h		
B8	N	96
	Moyenne	53 %
	Écart type	38 %
	Max.	100 %
* 54 réponses = 0	Min.	1 %
N^{bre} de semaines travaillées par an		
B9	N	150
	Moyenne	48
	Écart type	5,7
	Max.	52
	Min.	2
N^{bre} maximal d'heures de travail par jour de travail		
B10	N	149
	Moyenne	17,3
	Écart type	4,4
	Max.	30
* 1 réponse > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	6

N^{bre} maximal d'heures de conduite par jour de travail		
B11	N	150
	Moyenne	13,9
	Écart type	4,5
	Max.	24
	Min.	4
N^{bre} maximal de quarts consécutifs par cycle de travail		
B12	N	136
	Moyenne	8,5
	Écart type	4,7
	Max.	22
* 14 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	3
N^{bre} de jours de repos après un cycle de travail moyen		
B13	N	144
	Moyenne	2,0
	Écart type	0,76
* 2 réponses = 0	Max.	4
** 4 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	0,6
N^{bre} de jours de repos au cours d'un mois moyen		
B14	N	148
	Moyenne	6,5
	Écart type	2,5
	Max.	13
* 1 réponse > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1
N^{bre} de périodes de sommeil avant la reprise du travail après un long cycle de travail		
B15	N	143
	Moyenne	2,2
	Écart type	0,75
* 1 réponse = 0	Max.	4
** 4 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1

N^{bre} de périodes de sommeil comprenant des temps de sommeil entre minuit et 6 h		
B16	N	142
	Moyenne	2,2
	Écart type	0,78
* 3 réponses = 0	Max.	4
** 5 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1
N^{bre} d'heures de la PREMIÈRE période de sommeil de récupération		
B17	N	142
	Moyenne	2,2
	Écart type	0,78
	Max.	4
	Min.	1
(suite de B15) **N^{bre} d'heures de la DEUXIÈME période de sommeil de récupération**		
B18	N	126
	Moyenne	7,8
	Écart type	1,4
	Max.	12
	Min.	4
N^{bre} d'heures de la TROISIÈME période de sommeil de récupération		
B19	N	53
	Moyenne	7,7
	Écart type	1,3
	Max.	10
	Min.	5
Fréquence des siestes prises pendant les jours de repos pour compenser le sommeil perdu		
B20	N	149
	Souvent	9 %
	Parfois	17 %
	Rarement	24 %
	Jamais	50 %

Moment type des siestes (tout ce qui s'applique)		
B21	minuit-6 h	4 %
	Aube	8 %
	Jour	22 %
	Heures de pointe	12 %
	Crépuscule	2 %
	Début de soirée	3 %
	Fin de soirée	3 %
	Chargement/ déchargement	13 %
	En attente de chargement	20 %
	Relais routiers pendant une pause	8 %
	Autre	5 %
«Vous arrive-t-il de conduire après minuit?»		
C1	N	150
	Oui	56 %
	Non	44 %
Si oui, est-ce parce que :		
C2	N	133
	Vous devez arriver à une heure déterminée pour le chargement/ déchargement	46 %
	Vous essayez d'éviter les heures de pointe	35 %
	Autre	19 %
(suite de C1) «Si vous vouliez éviter de conduire entre minuit et 6 h, pourriez-vous aménager votre horaire pour le faire?»		
C3	N	84
	Oui	42 %
	Non	58 %

Raisons pour lesquelles il n'est pas possible d'éviter de conduire entre minuit et 6 h		
C4	- Préférence pour la conduite de nuit, période où la conduite est la plus facile - Exigences du client, délais, rendez-vous, heure de livraison, ordonnancement, répartition, cargaisons exigeant un transport rapide, chargement non prêt, rattrapage du temps perdu - Circulation moins dense, réseau routier trop achalandé pendant la journée	
Quelles heures sont évitées pour limiter la somnolence?		

C5, C6		**À partir de**	**Jusqu'à**
	minuit – 0 h 59	17 %	3 %
	1 h – 1 h 59	3 %	0 %
	2 h – 2 h 59	5 %	2 %
	3 h – 3 h 59	13 %	2 %
	4 h – 4 h 59	14 %	2 %
	5 h – 5 h 59	9 %	13 %
	6 h – 6 h 59	6 %	33 %
	7 h – 7 h 59	0 %	11 %
	8 h – 8 h 59	0 %	7 %
	9 h – 9 h 59	0 %	3 %
	10 h – 10 h 59	1 %	1 %
	11 h – 11 h 59	2 %	0 %
	12 h – 12 h 59	4 %	2 %
	13 h – 13 h 59	4 %	2 %
	14 h – 14 h 59	3 %	0 %
	15 h – 15 h 59	3 %	5 %
	16 h – 16 h 59	1 %	5 %
	17 h – 17 h 59	0 %	3 %
	18 h – 18 h 59	1 %	2 %

	19 h – 19 h 59	0 %	1 %
	20 h – 20 h 59	2 %	2 %
	21 h – 21 h 59	1 %	1 %
	22 h – 22 h 59	3 %	0 %
	23 h – 23 h 59	8 %	0 %
Prévisibilité des heures de travail du cycle de travail suivant (1=pas du tout prévisible, 7=très prévisible)			
C7	N	150	
	Moyenne	4,3	
	Écart type	2,5	
	Max.	7	
	Min.	1	

Tableau A1-3 Horaire de travail au cours des trois derniers jours

Heures de début et d'arrêt au cours des 3 derniers jours			
D1, D2		**Début**	**Arrêt**
	minuit – 0 h 59	2 %	11 %
	1 h – 1 h 59	1 %	5 %
	2 h – 2 h 59	1 %	4 %
	3 h – 3 h 59	2 %	2 %
	4 h – 4 h 59	5 %	1 %
	5 h – 5 h 59	11 %	1 %
	6 h – 6 h 59	18 %	1 %
	7 h – 7 h 59	14 %	1 %
	8 h – 8 h 59	14 %	1 %
	9 h – 9 h 59	6 %	2 %
	10 h – 10 h 59	5 %	1 %
	11 h – 11 h 59	3 %	1 %
	12 h – 12 h 59	5 %	3 %
	13 h – 13 h 59	2 %	1 %
	14 h – 14 h 59	3 %	3 %
	15 h – 15 h 59	2 %	4 %
	16 h – 16 h 59	1 %	8 %
	17 h – 17 h 59	2 %	5 %
	18 h – 18 h 59	2 %	7 %
	19 h – 19 h 59	1 %	5 %
	20 h – 20 h 59	2 %	7 %
	21 h – 21 h 59	1 %	6 %
	22 h – 22 h 59	1 %	10 %
	23 h – 23 h 59	1 %	12 %

Heures travaillées au cours des 3 derniers jours		
D3	N	382
	Moyenne	11,4
	Écart type	4,2
* 8 réponses = 0	Max.	24
** 26 % (99/392) des quarts étaient plus courts que 9 heures		
*** 45 % (62/139) des conducteurs avaient eu 1 quart ou plus de moins de 9 heures		

Heures de conduite au cours des 3 derniers jours		
D4	N	371
	Moyenne	8,3
* 2 réponses = 0	Écart type	3,1
** 2 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Max.	16

Heures de sommeil après chaque quart des 3 derniers jours		
D5	N	372
	Moyenne	7,3
	Écart type	1,8
* 14 réponses = 0	Max.	13
** 1 réponse > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	2
Heures de sieste au cours de chaque quart des 3 derniers jours		
D6	N	71
	Moyenne	2,0
	Écart type	1,5
	Max.	7
* 321 réponses = 0	Min.	0,25
Heures de chargement/déchargement au cours de chaque quart des 3 derniers jours		
D7	N	222
	Moyenne	2,6
	Écart type	1,8
	Max.	8,5
* 161 réponses = 0	Min.	0,17
** 4 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne		
Niveau de fatigue à la fin de chaque jour pendant les 3 derniers jours		
D8	N	422
	Moyenne	3,3
	Écart type	2,0
	Max.	7
	Min.	1
N^{bre} de jours/nuits depuis un repos de 24 heures		
D25	N	127
	Moyenne	3,6
	Écart type	2,0
* 5 réponses = 0	Max.	10
** 13 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1

N^bre de jours/nuits depuis un repos de 36 heures		
D26	N	125
	Moyenne	4,8
	Écart type	3,2
* 3 réponses = 0	Max.	14
** 13 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1
N^bre de jours/nuits depuis un repos de 48 heures		
D27	N	132
	Moyenne	7,4
	Écart type	7,6
	Max.	30
	75^e centile	10
* 2 réponses = 0	25^e centile	3
** 6 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1
N^bre de jours/nuits depuis un repos de 72 heures		
D28	N	97
	Moyenne	13,4
	Écart type	10,0
* 1 réponse = 0	Max.	40
** 28 réponses > 3 écarts types par rapport à la moyenne	Min.	1

Tableau A1-4 Moment de la conduite

Pourcentage des quarts, au cours des 2 derniers mois, dans la catégorie «conduite de jour»		
E2	N	150
	Moyenne	60 %
	Écart type	40 %
	>75 %	80
	>50 %	97
Pourcentage des quarts, au cours des 2 derniers mois, dans la catégorie «conduite surtout de jour avec conduite de nuit»		
E3	N	149
	Moyenne	17 %
	Écart type	27 %
	>75 %	15
	>50 %	21
Pourcentage des quarts, au cours des 2 derniers mois, dans la catégorie «conduite de nuit»		
E4	N	149
	Moyenne	24 %
	Écart type	36 %
	>75 %	25
	>50 %	39

Tableau A1-5 Auto-diagnostic de la fatigue, conduite de jour

Conduite de jour, sans conduite entre minuit et 6 h					
G1	N	148			
	Moyenne	78 %			
	Écart type	22 %			
Niveau de fatigue au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
G2 – G5	N	116	116	115	113
	Moyenne	2,9	2,9	3,1	3,5
	Écart type	1,6	1,5	1,7	1,8
	Max.	7	7	7	7
	Min.	1	1	1	1
Quantité de sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
G7, G9, G11, G13	N	115	114	114	112
	0-4 heures	4 %	3 %	4 %	4 %
	5 heures	10 %	11 %	11 %	13 %
	6 heures	16 %	18 %	17 %	17 %
	7 heures	23 %	23 %	22 %	20 %
	8 heures	36 %	37 %	37 %	36 %
	9 heures	3 %	3 %	3 %	3 %
	10 heures	6 %	5 %	6 %	7 %
	11 heures	1 %	1 %	1 %	1 %
Pourcentage de récupération après le sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
G8, G10, G12, G14	N	115	115	114	112
	Moyenne	88 %	89 %	87 %	84 %
	Écart type	19 %	16 %	16 %	21 %
	Max.	95 %	95 %	100 %	100 %
	Min.	0 %	0 %	40 %	0 %

Combien faut-il d'heures de repos après x jours de conduite pour récupérer complètement?		1er jour	2e jour	3e jour	4e jour	5e jour
G16-G20	N	114	114	113	111	111
	6 heures	13 %	13 %	12 %	14 %	5 %
	8 heures	47 %	45 %	38 %	34 %	8 %
	10 heures	25 %	26 %	33 %	32 %	9 %
	12 heures	14 %	14 %	14 %	13 %	13 %
	18 heures			2 %	1 %	2 %
	24 heures	1 %	2 %	1 %	3 %	21 %
	36 heures					7 %
	48 heures				2 %	24 %
	Plus de 48 heures				2 %	12 %

Tableau A1-6 Auto-diagnostic de la fatigue, conduite surtout de jour avec conduite de nuit

Conduite de jour sans conduite entre minuit et 6 h						
H1	N	138				
	Moyenne	43 %				
	Écart type	57 %				
Niveau de fatigue au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**	
H2 – H5	N	55	54	53	53	
	Moyenne	3,4	3,5	3,9	4,2	
	Écart type	1,6	1,7	1,7	1,8	
	Max.	6	7	7	7	
	Min.	1	1	1	1	
Quantité de sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**	
H7, H9, H11, H13	N	55	54	53	53	
	0-4 heures	7 %	2 %	4 %	6 %	
	5 heures	11 %	7 %	9 %	8 %	
	6 heures	31 %	41 %	34 %	34 %	
	7 heures	20 %	22 %	25 %	21 %	
	8 heures	27 %	26 %	23 %	25 %	
	9 heures			2 %	4 %	
	10 heures	4 %	2 %	4 %	2 %	
	11 heures					
	12 heures				2 %	
Pourcentage de récupération après le sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**	
H8, H10, H12, H14	N	55	54	53	53	
	Moyenne	88 %	86 %	83 %	80 %	
	Écart type	15 %	12 %	18 %	20 %	
	Max.	100 %	100 %	100 %	100 %	
	Min.	35 %	50 %	10 %	0 %	

Combien faut-il d'heures de repos après x jours de conduite pour récupérer complètement?		1er jour	2e jour	3e jour	4e jour	5e jour
H16-H20	N	55	54	53	53	
	6 heures	15 %	17 %	13 %	13 %	4 %
	8 heures	45 %	44 %	38 %	32 %	8 %
	10 heures	24 %	26 %	32 %	28 %	15 %
	12 heures	9 %	7 %	9 %	11 %	6 %
	18 heures	2 %	2 %	4 %	4 %	
	24 heures	5 %	4 %	4 %	9 %	36 %
	36 heures				2 %	6 %
	48 heures					26 %
	Plus de 48 heures					

Tableau A1-7 Auto-diagnostic de la fatigue, conduite de nuit

Conduite de jour sans conduite entre minuit et 6 h					
I1	N	132			
	Moyenne	43 %			
	Écart type	57 %			
Niveau de fatigue au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
I2 – I5	N	57	55	54	54
	Moyenne	3,1	3,3	3,3	3,6
	Écart type	1,9	1,9	2,0	2,0
	Max.	7	7	7	7
	Min.	1	1	1	1
Quantité de sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
I7, I9, I11, I13	N	57	55	54	53
	0-4 heures	18 %	11 %	11 %	6 %
	5 heures	18 %	18 %	17 %	15 %
	6 heures	23 %	25 %	28 %	30 %
	7 heures	11 %	15 %	15 %	13 %
	8 heures	26 %	25 %	22 %	26 %
	9 heures			2 %	2 %
	10 heures	4 %	4 %	4 %	4 %
	11 heures				
	12 heures	2 %	2 %	2 %	4 %
Pourcentage de récupération après le sommeil au terme de x jours de conduite		**1er jour**	**2e jour**	**3e jour**	**4e jour**
I8, I10, I12, I14	N	57	55	54	53
	Moyenne	83 %	83 %	82 %	80 %
	Écart type	23 %	21 %	19 %	22 %
	Max.	100 %	100 %	100 %	100 %
	Min.	0 %	2 %	30 %	0 %

Combien faut-il d'heures de repos après x jours de conduite pour récupérer complètement?		1er jour	2e jour	3e jour	4e jour	5e jour
I16-I20	N	57	54	52	52	54
	6 heures	25 %	24 %	15 %	13 %	7 %
	8 heures	44 %	43 %	38 %	38 %	11 %
	10 heures	21 %	24 %	33 %	29 %	11 %
	12 heures	5 %	7 %	8 %	13 %	7 %
	18 heures					2 %
	24 heures	4 %	2 %	2 %	2 %	30 %
	36 heures			2 %		2 %
	48 heures			2 %	2 %	24 %
	Plus de 48 heures				2 %	6 %

Tableau A1-8 Conduite de jour *vs* conduite de nuit *vs* conduite surtout de jour avec conduite de nuit

		Jour (n = 91)	Surtout jour avec nuit (n = 17)	Nuit (n = 32)	Totaux (N = 150)
Sexe					
A2	Hommes	97 %	94 %	100 %	97 %
	Femmes	3 %	6 %	0 %	3 %
Âge					
A3	< 30 ans	10 %	18 %	22 %	14 %
	30-39 ans	19 %	35 %	13 %	20 %
	40-49 ans	32 %	18 %	38 %	31 %
	50-59 ans	30 %	29 %	28 %	29 %
	60 ans et plus	10 %			6 %
Employeur					
A4	Entreprise	77 %	71 %	72 %	73 %
	Indépendant	23 %	29 %	28 %	27 %
Années d'expérience		n = 89	n = 17	n = 32	
A8	Moyenne	20,5	14,6	18,0	19 ans
	Médiane				20 ans
	Écart type	12,4	7,9	11,4	12
	Max.	50	32	42	50
	Min.	1	4	2	1
Distance					
A9	Longue	85 %	82 %	94 %	87 %
	Courte	15 %	18 %	6 %	13 %
3 derniers jours (combinés)					
D1	Début				n = 400
	minuit – 3 h 59	4 %	3 %	6 %	5 %
	4 h – 7 h 59	55 %	45 %	26 %	47 %
	8 h – 11 h 59	27 %	30 %	15 %	27 %
	12 h – 15 h 59	6 %	6 %	21 %	11 %
	16 h – 19 h 59	6 %	12 %	11 %	6 %
	20 h – 23 h 59	1 %	3 %	21 %	4 %
D2	Arrêt				n = 386
	minuit – 3 h 59	18 %	30 %	32 %	22 %
	4 h – 7 h 59	2 %	9 %	13 %	4 %
	8 h – 11 h 59	2 %	0 %	11 %	5 %
	12 h – 15 h 59	10 %	15 %	4 %	11 %
	16 h 00 – 19 h 59	26 %	15 %	19 %	24 %
	20 h 00 – 23 h 59	42 %	30 %	21 %	34 %

		Jour (n = 91)	Surtout jour avec nuit (n = 17)	Nuit (n = 32)	Totaux (N = 150)
D3	Heures de travail	237	44	76	n = 382
	Moyenne	11,4	11,8	11,6	11,4
	Médiane				12
	Écart type	3,8	4,4	5,0	4,1
	Max.	21	22	24	24
	Min.	0 (n = 6)	2	0 (n = 1)	0 (n = 8)
D4	Heures de conduite	n = 231	n = 44	n = 75	n = 373
	Moyenne	8,0	8,6	9,1	8,3
	Médiane				8
	Écart type	2,9	3,6	3,8	3,2
	Max.	15	20	19	20
	Min.	0 (n = 1)	2	1	0 (n = 2)
D5	Heures de sommeil	n = 230	n = 45	n = 73	n = 373
	Moyenne	7,4	7,2	7,1	7,3
	Médiane				8
	Écart type	1,7	1,5	2,4	1,9
	Max.	13	10	15	15
	Min.	0(n = 10)	4	0 (n = 3)	0 (n = 14)
D6	Heures de sieste	n = 52	N = 3	n = 13	n = 71
	Moyenne	1,9	0,9	2,5	2,0
	Médiane				2
	Écart type	1,6	0,1	1,5	1,5
	Max.	7	1	6	7
	Min.	0 (n = 190)	0 (n = 45)	0 (n = 63)	0 (n = 321, 82 %)
D7	Heures de chargement	n = 140	n = 30	n = 38	n = 221
	Moyenne	2,6	2,7	2,6	2,6
	Médiane				2
	Écart type	1,7	1,7	2,1	1,7
	Max.	8	8	7,25	8
	Min.	0 (n = 95)	0 (n = 14)	0 (n = 39)	0 (n = 161, 42 %)
	> 3 écarts types	5			5

		Jour (n = 91)	Surtout jour avec nuit (n = 17)	Nuit (n = 32)	Totaux (N = 150)
D8	Fatigue	n = 252	n = 51	n = 89	n = 422
	Moyenne	3,4	3,5	3,5	3,3
	Médiane				3
	Écart type	2,0	1,9	2,1	2,0
	Max.	7	7	7	7
	Min.	1	1	1	1
Nombre de nuits depuis					
D25	24 heures de repos	n = 76	n = 16	n = 29	n = 127
	Moyenne	3,7	3,6	4,2	3,6
	Médiane				4
	Écart type	1,9	2,3	4,3	2,0
	Max.	8	10	17	10
	Min.	0 (n = 3)	1	0 (n = 2)	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	8	1		14
D26	36 heures de repos	n = 76	n = 16	n = 29	n = 125
	Moyenne	4,6	5,4	7,8	4,8
	Médiane				4
	Écart type	3,2	2,9	7,8	3,2
	Max.	14	11	30	14
	Min.	0 (n = 2)	1	0 (n = 1)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	7	1		16
D27	48 heures de repos	n = 69	n = 16	n = 29	n = 132
	Moyenne	4,6	6,2	9,3	7,4
	Médiane				4
	Écart type	3,0	4,1	9,3	7,6
	Max.	14	17	30	30
	Min.	0 (n = 2)	1	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	13	1	1	7
D28	72 heures de repos	n = 69	n = 14	n = 27	n = 97
	Moyenne	23,0	36,6	43,7	13,4
	Médiane				14
	Écart type	27,5	46,6	50,8	10
	Max.	100	160	180	40
	Min.	0 (n = 1)	3	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	6			30

		Jour (n = 91)	Surtout jour avec nuit (n = 17)	Nuit (n = 32)	Totaux (N = 150)
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne		n = 88	n = 17	n = 31	n = 144
B13	Moyenne	2,0	2,2	1,8	2,0
	Médiane				2
	Écart type	0,8	0,8	0,8	0,8
	Max.	5	4	4	4
	Min.	0 (n = 1)	1	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	2		1	3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen		n = 89	n = 17	n = 32	n = 148
B14	Moyenne	6,8	6,6	5,8	6,5
	Médiane				7
	Écart type	2,5	2,1	2,7	2,5
	Max.	13	10	12	13
	Min.	1	2	1	1
	> 3 écarts types	1			1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail		n = 87	n = 17	n = 31	n = 144
B15	Moyenne	2,4	2,6	1,9	2,2
	Médiane				2
	Écart type	0,8	1,3	0,7	0,8
	Max.	5	6,5	4	5
	Min.	0 (n = 1)	1	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	2			3

	Jour 91 sujets		Surtout jour avec nuit 17 sujets		Nuit 32 sujets	
	Début (n = 165)	Arrêt (n = 165)	Début (n = 33)	Arrêt (n = 33)	Début (n = 53)	Arrêt (n = 53)
minuit – 0 h 59	1 %	10 %	0 %	0 %	2 %	11 %
1 h – 1 h 59	1 %	5 %	0 %	15 %	0 %	2 %
2 h – 2 h 59	1 %	1 %	0 %	12 %	4 %	15 %
3 h – 3 h 59	2 %	1 %	3 %	3 %	0 %	4 %
4 h – 4 h 59	4 %	0 %	12 %	0 %	0 %	6 %
5 h – 5 h 59	12 %	0 %	12 %	3 %	9 %	6 %
6 h – 6 h 59	19 %	1 %	9 %	3 %	13 %	0 %
7 h – 7 h 59	19 %	1 %	12 %	3 %	4 %	2 %
8 h – 8 h 59	14 %	1 %	15 %	0 %	8 %	4 %
9 h – 9 h 59	5 %	1 %	3 %	0 %	4 %	8 %
10 h – 10 h 59	4 %	1 %	12 %	0 %	2 %	0 %
11 h – 11 h 59	4 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
12 h – 12 h 59	3 %	2 %	0 %	3 %	13 %	2 %
13 h – 13 h 59	1 %	1 %	3 %	0 %	0 %	2 %
14 h – 14 h 59	0 %	2 %	3 %	6 %	4 %	0 %
15 h – 15 h 59	2 %	5 %	0 %	6 %	4 %	0 %
16 h – 16 h 59	1 %	9 %	6 %	3 %	2 %	4 %
17 h – 17 h 59	2 %	4 %	6 %	6 %	6 %	2 %
18 h – 18 h 59	2 %	7 %	0 %	3 %	2 %	11 %
19 h – 19 h 59	1 %	7 %	0 %	3 %	2 %	2 %
20 h – 20 h 59	1 %	7 %	0 %	6 %	9 %	6 %
21 h – 21 h 59	1 %	8 %	0 %	3 %	4 %	2 %
22 h – 22 h 59	0 %	13 %	0 %	6 %	6 %	4 %
23 h – 23 h 59	0 %	14 %	3 %	15 %	2 %	9 %

Tableau A1-9 Niveaux élevés *vs* faibles niveaux de fatigue

		Fatigue élevée (n = 45)	Fatigue faible (n = 40)	Totaux (n = 150)
Sexe				
A2	Hommes	96 %	100 %	97 %
	Femmes	4 %		3 %
Age				
	Moyenne	43 ans	44 ans	
A3	< 30 ans	13 %	15 %	14 %
	30-39 ans	24 %	20 %	20 %
	40-49 ans	27 %	35 %	31 %
	50-59 ans	33 %	20 %	29 %
	60 ans et plus	2 %	10 %	6 %
Employeur				
A4	Entreprise	80 %	75 %	73 %
	Indépendant	20 %	25 %	27 %
Années d'expérience				
A8	Moyenne	18 ans	21 ans	19 ans
	Médiane	16	21,5	
	Écart type	11,7	12,6	12
	Max.	42	50	50
	Min.	2	2	1
Distance				
A9	Longue	78 %	87 %	87 %
	Courte	22 %	13 %	13 %
3 derniers jours (combinés)				
D1	Début			n = 401
	minuit – 3 h 59	7 %	6 %	5 %
	4 h – 7 h 59	50 %	43 %	47 %
	8 h – 11 h 59	28 %	30 %	27 %
	12 h – 15 h 59	10 %	9 %	11 %
	16 h – 19 h 59	4 %	5 %	6 %
	20 h – 23 h 59	2 %	7 %	4 %
D2	Arrêt			n = 386
	minuit – 3 h 59	25 %	19 %	22 %
	4 h – 7 h 59	4 %	0 %	4 %
	8 h – 11 h 59	3 %	7 %	5 %
	12 h – 15 h 59	11 %	9 %	11 %
	16 h – 19 h 59	19 %	37 %	24 %
	20 h – 23 h 59	38 %	28 %	34 %

		Fatigue élevée (n = 45)	Fatigue faible (n = 40)	Totaux (n = 150)
D3	Heures de travail			n = 382
	Moyenne	12,7	9,6	11,4
	Médiane	13	10	
	Écart type	4,1	3,4	4,1
	Max.	24	19	24
	Min.	2	1	0 (n = 8)
	> 3 écarts types			0
D4	Heures de conduite			n = 373
	Moyenne	8,6	7,4	8,3
	Médiane	9	7,5	
	Écart type	3,2	3,0	3,2
	Max.	15	15	20
	Min.	1	2	0 (n = 2)
	> 3 écarts types			0
D5	Heures de sommeil			n = 373
	Moyenne	7,2	7,7	7,3
	Médiane	8	8	
	Écart type	2,1	1,8	1,9
	Max.	15	12	15
	Min.	2	4	0 (n = 14)
	> 3 écarts types			0
D6	Heures de sieste	n = 23	n = 19	n = 71
	Moyenne	2,6	1,4	2,0
	Médiane	2	1	
	Écart type	2,0	0,7	1,5
	Max.	7	3	7
	Min.	0 (n = 93)	0 (n = 84)	0 (n = 321, 82 %)
D7	Heures de chargement	n = 72	n = 54	n = 221
	Moyenne	3,4	2,1	2,6
	Médiane	3	1,75	
	Écart type	2,3	1,5	1,7
	Max.	10	6	8
	Min.	0 (n = 44)	0 (n = 45)	0 (n = 161)
	> 3 écarts types	0	0	5

		Fatigue élevée (n = 45)	Fatigue faible (n = 40)	Totaux (n = 150)
D8	Fatigue			n = 422
	Moyenne	5,2	1,4	3,3
	Médiane	5	1	
	Écart type	1,5	0,7	2,0
	Max.	7	4	7
	Min.	1	1	1
Combien de nuit depuis				
D25	24 heures de repos	39	40	n = 127
	Moyenne	4,2	3,2	3,6
	Médiane	4	3	
	Écart type	2,2	1,8	2,0
	Max.	10	7	10
	Min.	0 (n = 2)	0 (n = 1)	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	4	5	14
D26	36 heures de repos	n = 37	n = 37	n = 125
	Moyenne	6,7	4,8	4,8
	Médiane	5	4	
	Écart type	4,8	4,6	3,2
	Max.	21	21	14
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	1	2	16
D27	48 heures de repos	n = 35	n = 39	n = 132
	Moyenne	7,8	7,8	7,4
	Médiane	5	4	
	Écart type	7,9	8,3	7,6
	Max.	30	30	30
	75^{e} centile	12	8	10
	25^{e} centile	4	2	3
	Min.	1	0 (n = 1)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	4	0	7
D28	72 heures de repos	n = 34	n = 31	n = 97
	Moyenne	37,0	15,3	13,4
	Médiane	21	14	
	Écart type	43,5	15,4	10
	Max.	160	60	40
	Min.	1	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	1	4	30

		Fatigue élevée (n = 45)	Fatigue faible (n = 40)	Totaux (n = 150)
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne				n = 144
B13	Moyenne	2,0	2,1	2,0
	Médiane	2	2	
	Écart type	1,1	0,8	0,8
	Max.	7	5	4
	Min.	0,6	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types			3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen				n = 148
B14	Moyenne	6,0	6,6	6,5
	Médiane	6	7	
	Écart type	2,3	2,4	2,5
	Max.	10	12	13
	Min.	1	2	1
	> 3 écarts types			1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail				n = 144
B15	Moyenne	2,1	2,4	2,2
	Médiane	2	2	
	Écart type	0,8	0,9	0,8
	Max.	4	6,5	5
	Min.	1	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types			3

	Fatigue élevée 45 sujets			Fatigue faible 40 sujets	
	Début (n = 123)	Arrêt (n = 117)		Début (n = 100)	Arrêt (n = 98)
minuit – 0 h 59	1 %	14 %		2 %	8 %
1 h – 1 h 59	2 %	5 %		0 %	6 %
2 h – 2 h 59	2 %	3 %		1 %	4 %
3 h – 3 h 59	2 %	3 %		3 %	1 %
4 h – 4 h 59	2 %	0 %		7 %	0 %
5 h – 5 h 59	15 %	1 %		12 %	0 %
6 h – 6 h 59	20 %	2 %		10 %	0 %
7 h – 7 h 59	11 %	2 %		14 %	0 %
8 h – 8 h 59	12 %	1 %		14 %	3 %
9 h – 9 h 59	7 %	1 %		6 %	2 %
10 h – 10 h 59	7 %	0 %		5 %	0 %
11 h – 11 h 59	2 %	1 %		5 %	2 %
12 h – 12 h 59	5 %	4 %		4 %	4 %
13 h – 13 h 59	4 %	1 %		0 %	0 %
14 h – 14 h 59	1 %	2 %		2 %	3 %
15 h – 15 h 59	0 %	4 %		3 %	2 %
16 h – 16 h 59	2 %	4 %		1 %	15 %
17 h – 17 h 59	2 %	4 %		1 %	8 %
18 h – 18 h 59	1 %	6 %		2 %	9 %
19 h – 19 h 59	0 %	4 %		1 %	4 %
20 h – 20 h 59	1 %	7 %		3 %	5 %
21 h – 21 h 59	1 %	6 %		3 %	8 %
22 h – 22 h 59	0 %	12 %		0 %	6 %
23 h – 23 h 59	0 %	14 %		1 %	8 %

Tableau A1-10 Prévisibilité faible *vs* prévisibilité élevée

		Prévisibilité faible (n = 45)	Prévisibilité élevée (n = 49)	Totaux (n = 150)
Sexe				
A2	Hommes	96 %	96 %	97 %
	Femmes	4 %	4 %	3 %
Âge				
A3	< 30 ans	22 %	8 %	14 %
	30-39 ans	22 %	8 %	20 %
	40-49 ans	24 %	39 %	31 %
	50-59 ans	29 %	37 %	29 %
	60 ans et plus	2 %	8 %	6 %
Employeur				
A4	Entreprise	71 %	73 %	73 %
	Indépendant	29 %	27 %	27 %
Années d'expérience				
A8	Moyenne	16 ans	23 ans	19 ans
	Médiane	15 ans	24 ans	20 ans
	Écart type	11,1	12,2	12
	Max.	42	44	50
	Min.	2	2	1
Distance				
A9	Longue	91 %	84 %	87 %
	Courte	9 %	16 %	13 %
3 derniers jours (combinés)				
D1	Début	n = 114	n = 127	n = 401
	minuit – 3 h 59	7 %	2 %	5 %
	4 h – 7 h 59	46 %	46 %	47 %
	8 h – 11 h 59	26 %	27 %	27 %
	12 h – 15 h 59	13 %	13 %	11 %
	16 h – 19 h 59	5 %	6 %	6 %
	20 h – 23 h 59	2 %	7 %	4 %
D2	Arrêt	n = 106	n = 106	n = 386
	minuit – 3 h 59	28 %	18 %	22 %
	4 h – 7 h 59	8 %	2 %	4 %
	8 h – 11 h 59	3 %	9 %	5 %
	12 h – 15 h 59	11 %	8 %	11 %
	16 h – 19 h 59	21 %	26 %	24 %
	20 h – 23 h 59	28 %	37 %	34 %

		Prévisibilité faible (n = 45)	Prévisibilité élevée (n = 49)	Totaux (n = 150)
D3	Heures de travail	n = 105	n = 123	n = 382
	Moyenne	12,2	10,7	11,4
	Médiane	12	11	12
	Écart type	4,2	4,0	4,1
	Max.	22	24	24
	Min.	4	1	
	Compte=0	2	1	8
D4	Heures de conduite	n = 101	n = 121	n = 373
	Moyenne	9,0	8,2	8,3
	Médiane	9	9	8
	Écart type	3,4	3,2	3,2
	Max.	20	15	20
	Min.	2	1	
	Compte=0	0	1	2
D5	Heures de sommeil	n = 102	n = 121	n = 373
	Moyenne	7,0	7,6	7,3
	Médiane	8	8	8
	Écart type	2,0	2,0	1,9
	Max.	13	15	15
	Min.	2	2	
	Compte=0	4	3	14
D6	Heures de sieste	n = 18	n = 24	n = 71
	Moyenne	2,7	1,5	2,0
	Médiane	0	0	0
	Écart type	1,6	0,7	1,5
	Max.	6	3	7
	Min.	0,25	0,5	
	Compte=0	90	101	321
D7	Heures de chargement	n = 72	n = 63	n = 221
	Moyenne	2,9	2,8	2,6
	Médiane	2	1	1
	Écart type	2,0	1,9	1,7
	Max.	9,5	10	8
	Min.	0,17	0,5	
	Compte=0	34	61	161

		Prévisibilité faible (n = 45)	Prévisibilité élevée (n = 49)	Totaux (n = 150)
D8	Fatigue	n = 124	n = 138	n = 422
	Moyenne	3,9	3,0	3,3
	Médiane	4	3	3
	Écart type	2,2	1,9	2,0
	Max.	7	7	7
	Min.	1	1	1
Nombre de nuits depuis				
D25	24 heures de repos	n = 39	n = 39	n = 127
	Moyenne	4,0	3,3	3,6
	Médiane	4	3	4
	Écart type	2,0	1,9	2,0
	Max.	9	8	10
	Min.	1	1	
	Compte=0	1	3	5
	> 3 écarts types	3	6	14
D26	36 heures de repos	n = 39	n = 44	n = 125
	Moyenne	5,7	7,1	4,8
	Médiane	5	4	4
	Écart type	3,4	8,0	3,2
	Max.	16	30	14
	Min.	1	1	
	Compte=0	1	2	3
	> 3 écarts types	3	0	16
D27	48 heures de repos	n = 40	n = 41	n = 132
	Moyenne	8,3	8,0	7,4
	Médiane	6	4	4
	Écart type	7,4	8,9	7,6
	Max.	30	30	30
	Min.	0 (n = 3)	0 (n = 3)	
	> 3 écarts types	0	2	7
D28	72 heures de repos	n = 38	n = 41	n = 97
	Moyenne	37,7	33,1	13,4
	Médiane	17	14	14
	Écart type	46,5	44,9	10
	Max.	180	160	40
	Min.	2	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	0	0	30

		Prévisibilité faible (n = 45)	Prévisibilité élevée (n = 49)	Totaux (n = 150)
Nombre de jours après une semaine de travail moyenne		n = 44	n = 48	n = 144
B13	Moyenne	2,3	2,1	2,0
	Médiane	2	2	2
	Écart type	1,3	1,2	0,8
	Max.	7	6	4
	Min.	1	0 (n = 1)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	0	0	3
Nombre de jours au cours d'un mois moyen		n = 44	n = 49	n = 148
B14	Moyenne	6,3	7,0	6,5
	Médiane	7	8	7
	Écart type	2,5	3,1	2,5
	Max.	12	16	13
	Min.	1	1	1
	> 3 écarts types	0	0	1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail		n = 44	n = 47	n = 144
B15	Moyenne	2,4	2,4	2,2
	Médiane	2	2	2
	Écart type	1,2	1,1	0,8
	Max.	7	7	5
	Min.	1	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	0	0	3

Tableau A1-11 Calgary *vs* Toronto *vs* Montréal

		Calgary (n = 50)	Toronto (n = 50)	Montréal (n = 50)	Totaux (n = 150)
Sexe					
A2	Hommes	94 %	98 %	100 %	97 %
	Femmes	6 %	2 %	0 %	3 %
Âge					
	Moyenne	45 ans	46 ans	42 ans	
A3	< 30 ans	10 %	16 %	16 %	14 %
	30-39 ans	24 %	12 %	24 %	20 %
	40-49 ans	28 %	30 %	36 %	31 %
	50-59 ans	34 %	34 %	18 %	29 %
	60 ans et plus	4 %	8 %	6 %	6 %
Employeur					
A4	Entreprise	64 %	76 %	80 %	73 %
	Indépendant	36 %	24 %	20 %	27 %
Années d'expérience					
A8	Moyenne	21 ans	21 ans	16 ans	19 ans
	Médiane	20 ans	23 ans	13 ans	20 ans
	Écart type	12	13	11	12
	Max.	49	50	47	50
	Min.	2	2	1	1
Distance					
A9	Longue	96 %	90 %	76 %	87 %
	Courte	4 %	10 %	24 %	13 %
3 derniers jours (combinés)					
D1	Début	n = 125	n = 143	n = 132	n = 401
	minuit – 3 h 59	6 %	1 %	8 %	5 %
	4 h – 7 h 59	41 %	45 %	54 %	47 %
	8 h – 11 h 59	24 %	34 %	23 %	27 %
	12 h – 15 h 59	15 %	8 %	10 %	11 %
	16 h – 19 h 59	8 %	6 %	2 %	6 %
	20 h – 23 h 59	6 %	4 %	2 %	4 %
D2	Arrêt	n = 122	n = 136	n = 128	n = 386
	minuit – 3 h 59	25 %	11 %	28 %	22 %
	4 h – 7 h 59	6 %	2 %	3 %	4 %
	8 h – 11 h 59	7 %	4 %	3 %	5 %
	12 h – 15 h 59	12 %	10 %	9 %	11 %
	16 h – 19 h 59	20 %	31 %	21 %	24 %
	20 h – 23 h 59	28 %	42 %	35 %	34 %

		Calgary (n = 50)	Toronto (n = 50)	Montréal (n = 50)	Totaux (n = 150)
D3	Heures de travail	n = 124	n = 136	n = 122	n = 382
	Moyenne	9,9	12,0	12,1	11,4
	Médiane	10	12	12	11
	Écart type	4,0	4,0	4,1	4,1
	Max.	20	23	24	24
	Min.	1	0 (n = 2)	0 (n = 6)	0 (n = 8)
	> 3 écarts types	0	0	0	0
D4	Heures de conduite	n = 117	n = 135	n = 121	n = 371
	Moyenne	8,7	8,4	7,8	8,3
	Médiane	9	8	8	8
	Écart type	3,5	3,0	3,2	3,2
	Max.	15	19	20	16
	Min.	0 (n = 2)	2	2	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	0	0	0	2
D5	Heures de sommeil	n = 118	n = 131	n = 124	n = 372
	Moyenne	7,3	7,7	6,9	7,3
	Médiane	8	8	7	8
	Écart type	1,9	1,9	1,8	1,9
	Max.	15	13	12	13
	Min.	0 (n = 6)	3	0 (n = 8)	0 (n = 14)
	> 3 écarts types	0	0	0	1
D6	Heures de sieste	n = 16	n = 26	n = 29	n = 71
	Moyenne	2,3	2,5	1,4	2,0
	Médiane	2	2	1	2
	Écart type	1,4	1,9	0,8	1,5
	Max.	6	7	4	7
	Min.	0 (n = 106, 87 %)	0 (n = 109, 81 %)	0 (n = 104, 78 %)	0 (n = 321, 82 %)
	> 3 écarts types				
D7	Heures de chargement	n = 53	n = 71	n = 97	n = 221
	Moyenne	2,2	2,3	2,9	2,6
	Médiane	2	2	2,5	2
	Écart type	1,8	1,6	1,7	1,7
	Max.	7,5	7,25	8	8
	Min.	0 (n = 71)	0 (n = 61)	0 (n = 29)	0 (n = 161)
	> 3 écarts types	1	2	2	5

		Calgary (n = 50)	Toronto (n = 50)	Montréal (n = 50)	Totaux (n = 150)
D8	Fatigue	n = 143	n = 134	n = 145	n = 422
	Moyenne	3,0	3,6	3,4	3,3
	Médiane	3	3	3	3
	Écart type	2,0	1,9	2,0	2,0
	Max.	7	7	7	7
	Min.	1	1	1	1
Nombre de nuits depuis					
D25	24 heures de repos	n = 38	n = 44	n = 45	n = 127
	Moyenne	3,7	3,8	3,4	3,6
	Médiane	4	4	4	4
	Écart type	2,3	2,4	1,2	2,0
	Max.	10	10	7	10
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 3)	0 (n = 1)	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	10	3	1	14
D26	36 heures de repos	n = 38	n = 45	n = 40	n = 125
	Moyenne	5,9	4,7	3,6	4,8
	Médiane	6	4	4	4
	Écart type	3,9	3,4	1,3	3,2
	Max.	14	14	8	14
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	10	3	6	16
D27	48 heures de repos	n = 45	n = 42	n = 38	n = 132
	Moyenne	10,8	5,0	3,8	7,4
	Médiane	7	5	4	4
	Écart type	9,5	3,5	1,6	7,6
	Max.	30	14	9	30
	Min.	1	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	4	5	4	7
D28	72 heures de repos	n = 36	n = 34	n = 27	n = 97
	Moyenne	13,2	13,1	14,2	13,4
	Médiane	14	14	21	16
	Écart type	10,4	9,5	10,7	10
	Max.	40	31	30	40
	Min.	1	1	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	13	11	6	30

Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne		n = 44	n = 50	n = 50	n = 144
B13	Moyenne	2,0	2,0	1,9	2,0
	Médiane	2	2	2	2
	Écart type	0,9	0,7	0,6	0,8
	Max.	4	4	4	4
	Min.	0 (n = 2)	1	0,6	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	3	0	0	3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen		n = 49	n = 50	n = 49	n = 148
B14	Moyenne	5,9	6,6	7,0	6,5
	Médiane	5	7	8	7
	Écart type	3,0	2,2	2,0	2,5
	Max.	13	12	12	13
	Min.	1	1	2	1
	> 3 écarts types	0	0	1	1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail		n = 44	n = 50	n = 50	n = 144
B15	Moyenne	2,1	2,4	2,2	2,2
	Médiane	2	2	2	2
	Écart type	0,8	0,8	0,8	0,8
	Max.	4	4	5	5
	Min.	1	1	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	3	0	0	3

	Calgary 50 sujets		Toronto 50 sujets		Montréal 50 sujets	
	Début (n = 125)	Arrêt (n = 121)	Début (n = 143)	Arrêt (n = 136)	Début (n = 132)	Arrêt (n = 128)
minuit – 0 h 59	2 %	12 %	0 %	4 %	3 %	19 %
1 h – 1 h 59	1 %	6 %	0 %	3 %	1 %	7 %
2 h – 2 h 59	2 %	7 %	1 %	3 %	1 %	2 %
3 h – 3 h 59	2 %	2 %	0 %	2 %	4 %	1 %
4 h – 4 h 59	5 %	2 %	5 %	1 %	5 %	0 %
5 h – 5 h 59	6 %	1 %	10 %	1 %	17 %	1 %
6 h – 6 h 59	14 %	2 %	19 %	0 %	20 %	1 %
7 h – 7 h 59	17 %	2 %	12 %	0 %	13 %	2 %
8 h – 8 h 59	10 %	1 %	18 %	1 %	14 %	1 %
9 h – 9 h 59	4 %	2 %	8 %	2 %	5 %	2 %
10 h – 10 h 59	6 %	2 %	6 %	0 %	2 %	0 %
11 h – 11 h 59	4 %	2 %	2 %	0 %	2 %	1 %
12 h – 12 h 59	10 %	3 %	3 %	5 %	3 %	1 %
13 h – 13 h 59	2 %	2 %	2 %	1 %	1 %	0 %
14 h – 14 h 59	3 %	6 %	2 %	1 %	2 %	2 %
15 h – 15 h 59	1 %	2 %	1 %	3 %	4 %	6 %
16 h – 16 h 59	0 %	7 %	3 %	5 %	1 %	10 %
17 h – 17 h 59	3 %	7 %	2 %	3 %	1 %	5 %
18 h – 18 h 59	3 %	4 %	1 %	13 %	1 %	4 %
19 h – 19 h 59	2 %	2 %	1 %	10 %	0 %	2 %
20 h – 20 h 59	2 %	7 %	1 %	7 %	2 %	7 %
21 h – 21 h 59	1 %	4 %	2 %	7 %	0 %	7 %
22 h – 22 h 59	2 %	7 %	1 %	13 %	0 %	9 %
23 h – 23 h 59	1 %	10 %	0 %	15 %	0 %	11 %

Tableau A1-12 Conducteurs longue distance *vs* courte distance

		Longue distance (n = 131)	Courte distance (n = 19)	Totaux (n = 150)
Sexe				
	Hommes	98 %	95 %	97 %
	Femmes	2 %	5 %	3 %
Âge				
	< 30 ans	15 %	5 %	14 %
	30-39 ans	20 %	21 %	20 %
	40-49 ans	31 %	32 %	31 %
	50-59 ans	28 %	32 %	29 %
	60 et ans et plus	5 %	11 %	6 %
Employeur				
	Entreprise	72 %	84 %	73 %
	Indépendant	28 %	16 %	27 %
Années d'expérience				
	Moyenne	19 ans	19 ans	19 ans
	Écart type	12	11	12
	Max.	50	35	50
	Min.	1	2	1
Distance				
	Longue	0 %	100 %	87 %
	Courte	100 %	0 %	13 %
3 derniers jours (combinés)				
	Début	n = 350	n = 50	n = 401
	minuit – 3 h 59	5 %	6 %	5 %
	4 h – 7 h 59	44 %	66 %	47 %
	8 h – 11 h 59	30 %	10 %	27 %
	12 h – 15 h 59	11 %	14 %	11 %
	16 h – 19 h 59	6 %	4 %	6 %
	20 h – 23 h 59	5 %	0 %	4 %
	Arrêt	n = 336	n = 50	n = 386
	minuit – 3 h 59	24 %	12 %	22 %
	4 h – 7 h 59	4 %	4 %	4 %
	8 h – 11 h 59	5 %	4 %	5 %
	12 h – 15 h 59	10 %	14 %	11 %
	16 h – 19 h 59	21 %	46 %	24 %
	20 h – 23 h 59	37 %	20 %	34 %
D3	Heures de travail	n = 334	n = 48	n = 382
	Moyenne	11,5	10,5	11,4
	Écart type	4,2	4,3	4,1
	Max.	23	21	24
	Min.	0 (n = 6)	0 (n = 2)	0 (n = 8)
	> 3 écarts types	0	0	0

		Longue distance (n = 131)	Courte distance (n = 19)	Totaux (n = 150)
D4	Heures de conduite	n = 324	n = 47	n = 371
	Moyenne	8,7	5,4	8,3
	Écart type	3,0	2,2	3,2
	Max.	16	10	16
	Min.	0 (n = 2)	2	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	2	0	2
D5	Heures de sommeil	n = 325	n = 48	n = 372
	Moyenne	7,4	6,9	7,3
	Écart type	1,9	1,6	1,9
	Max.	15	10	13
	Min.	0 (n = 12)	0 (n = 2)	0 (n = 14)
	> 3 écarts types			1
D6	Heures de sieste	n = 56	n = 15	n = 71
	Moyenne	2,2	1,4	2,0
	Écart type	1,5	1,5	1,5
	Max.	7	6,5	7
	Min.	0 (n = 286)	0 (n = 35)	0 (n = 321, 82 %)
	> 3 écarts types			0
D7	Heures de chargement	n = 186	n = 40	n = 221
	Moyenne	2,4	4,3	2,6
	Écart type	1,8	2,3	1,7
	Max.	9,5	10	8
	Min.	0 (n = 151)	0 (n = 10)	0 (n = 161)
	> 3 écarts types			5
D8	Fatigue	n = 368	n = 54	n = 422
	Moyenne	3,3	3,6	3,3
	Écart type	2,0	2,2	2,0
	Max.	7	7	7
	Min.	1	1	1
Nombre de nuits depuis				
D25	24 heures de repos	n = 115	n = 16	n = 127
	Moyenne	4,7	3,2	3,6
	Écart type	4,2	1,3	2,0
	Max.	21	5	10
	Min.	0 (n = 4)	0 (n = 1)	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	3	1	14

		Longue distance (n = 131)	Courte distance (n = 19)	Totaux (n = 150)
D26	36 heures de repos	n = 118	n = 18	n = 125
	Moyenne	6,6	4,3	4,8
	Écart type	6,3	3,2	3,2
	Max.	30	14	14
	Min.	0 (n = 3)	0	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	2	0	16
D27	48 heures de repos	n = 115	n = 17	n = 132
	Moyenne	8,0	3,7	7,4
	Écart type	8,0	2,1	7,6
	Max.	30	11	30
	Min.	0 (n = 2)	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	5	1	7
D28	72 heures de repos	n = 110	n = 13	n = 97
	Moyenne	37,1	12,0	13,4
	Écart type	47,6	10,6	10
	Max.	180	30	40
	Min.	0 (n = 1)	2	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	0	2	30
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne		n = 129	n = 19	n = 144
B13	Moyenne	2,1	2,1	2,0
	Écart type	1,1	0,8	0,8
	Max.	7	4	4
	Min.	0 (n = 2)	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types			3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen		n = 130	n = 19	n = 148
B14	Moyenne	6,4	7,4	6,5
	Écart type	2,6	2,0	2,5
	Max.	16	12	13
	Min.	1	4	1
	> 3 écarts types			1
Après une longue semaine de travail, combien de périodes de sommeil		n = 128	n = 19	n = 144
B15	Moyenne	2,4	2,3	2,2
	Écart type	1,0	0,9	0,8
	Max.	7	4	5
	Min.	0 (n = 1)	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types			3

	Longue distance 131 sujets			Courte distance 19 sujets	
	Début (n = 350)	Arrêt (n = 335)		Début (n = 50)	Arrêt (n = 50)
minuit – 0 h 59	2 %	12 %		0 %	8 %
1 h – 1 h 59	0 %	6 %		2 %	2 %
2 h – 2 h 59	1 %	4 %		0 %	2 %
3 h – 3 h 59	1 %	2 %		4 %	0 %
4 h – 4 h 59	5 %	1 %		6 %	0 %
5 h – 5 h 59	9 %	1 %		24 %	2 %
6 h – 6 h 59	17 %	1 %		24 %	0 %
7 h – 7 h 59	14 %	1 %		12 %	2 %
8 h – 8 h 59	15 %	1 %		4 %	2 %
9 h – 9 h 59	6 %	2 %		4 %	0 %
10 h – 10 h 59	5 %	1 %		2 %	0 %
11 h – 11 h 59	3 %	1 %		0 %	2 %
12 h – 12 h 59	5 %	4 %		2 %	0 %
13 h – 13 h 59	1 %	1 %		6 %	0 %
14 h – 14 h 59	3 %	2 %		0 %	8 %
15 h – 15 h 59	1 %	3 %		6 %	6 %
16 h – 16 h 59	1 %	6 %		0 %	20 %
17 h – 17 h 59	2 %	4 %		2 %	12 %
18 h – 18 h 59	2 %	7 %		0 %	8 %
19 h – 19 h 59	1 %	5 %		2 %	6 %
20 h – 20 h 59	2 %	8 %		0 %	0 %
21 h – 21 h 59	1 %	7 %		0 %	2 %
22 h – 22 h 59	1 %	11 %		0 %	0 %
23 h – 23 h 59	1 %	11 %		0 %	18 %

Tableau A1-13 Conducteurs salariés *vs* conducteurs indépendants

		Salariés (n = 110)	Indépendants (n = 40)	Totaux (n = 150)
Sexe				
	Hommes	97 %	98 %	97 %
	Femmes	3 %	2 %	3 %
Age				
	Moyenne	44 ans	46 ans	
	< 30 ans	15 %	10 %	14 %
	30-39 ans	20 %	20 %	20 %
	40-49 ans	29 %	38 %	31 %
	50-59 ans	30 %	25 %	29 %
	60 ans et plus	5 %	8 %	6 %
Années d'expérience				
	Moyenne	18 ans	22 ans	19 ans
	Écart type	12,2	10,5	12
	Max.	50	44	50
	Min.	1	2	1
Distance				
	Longue	85 %	93 %	87 %
	Courte	15 %	8 %	13 %
3 derniers jours (combinés)				
	Début	n = 298	n = 102	n = 401
	minuit – 3 h 59	4 %	8 %	5 %
	4 h – 7 h 59	47 %	47 %	47 %
	8 h – 11 h 59	31 %	17 %	27 %
	12 h – 15 h 59	10 %	15 %	11 %
	16 h – 19 h 59	6 %	6 %	6 %
	20 h – 23 h 59	3 %	10 %	4 %
	Arrêt	n = 286	n = 99	n = 386
	minuit – 3 h 59	21 %	26 %	22 %
	4 h – 7 h 59	4 %	3 %	4 %
	8 h – 11 h 59	3 %	10 %	5 %
	12 h – 15 h 59	11 %	10 %	11 %
	16 h – 19 h 59	27 %	17 %	24 %
	20 h – 23 h 59	35 %	33 %	34 %
	Heures de travail	n = 285	n = 97	n = 382
	Moyenne	11,4	11,3	11,4
	Écart type	4,1	4,4	4,1
	Max.	24	22	24
	Min.	0 (n = 4)	0 (n = 4)	0 (n = 8)
	> 3 écarts types			0

		Salariés (n = 110)	Indépendants (n = 40)	Totaux (n = 150)
	Heures de conduite	n = 282	n = 90	n = 371
	Moyenne	8,1	8,9	8,3
	Écart type	3,1	3,4	3,2
	Max.	16	19	16
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	1		2
	Heures de sommeil	n = 278	N = 93	n = 372
	Moyenne	7,5	6,7	7,3
	Écart type	1,7	2,0	1,9
	Max.	12	12	13
	Min.	0 (n = 9)	0 (n = 5)	0 (n = 14)
	> 3 écarts types	2		1
	Heures de sieste	n = 54	n = 17	n = 71
	Moyenne	1,9	2,2	2,0
	Écart type	1,6	1,2	1,5
	Max.	7	6	7
	Min.	0 (n = 238)	0 (n = 83)	0 (n = 321, 82 %)
	> 3 écarts types			0
	Heures de chargement	n = 167	n = 55	n = 221
	Moyenne	2,5	2,8	2,6
	Écart type	1,6	2,3	1,7
	Max.	7,25	10	8
	Min.	0 (n = 122)	0 (n = 43)	0 (n = 161)
	> 3 écarts types	4		5
	Fatigue	n = 314	n = 108	n = 422
	Moyenne	3,4	3,2	3,3
	Écart type	2,0	1,9	2,0
	Max.	7	7	7
	Min.	1	1	1
Nombre de nuits depuis				
	24 heures de repos	n = 99	n = 36	n = 127
	Moyenne	4,8	3,3	3,6
	Écart type	4,1	2,1	2,0
	Max.	21	9	10
	Min.	0 (n = 5)	1	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	2	3	14

		Salariés (n = 110)	Indépendants (n = 40)	Totaux (n = 150)
	36 heures de repos	n = 100	n = 36	n = 125
	Moyenne	6,6	5,4	4,8
	Écart type	6,3	5,2	3,2
	Max.	30	23	14
	Min.	0 (n = 3)	1	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	0	2	16
	48 heures de repos	n = 96	n = 36	n = 132
	Moyenne	7,4	7,4	7,4
	Écart type	7,6	7,7	7,6
	Max.	30	30	30
	Min.	0 (n = 2)	1	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	4	2	7
	72 heures de repos	n = 83	n = 34	n = 97
	Moyenne	23,2	39,6	13,4
	Écart type	26,2	53,2	10
	Max.	100	180	40
	Min.	0 (n = 1)	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	7	1	30
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne				
	Moyenne	2,1	2,2	2,0
	Écart type	0,8	1,6	0,8
	Max.	4	7	4
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 1)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types			3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen				
	Moyenne	6,5	6,5	6,5
	Écart type	2,4	2,8	2,5
	Max.	12	13	13
	Min.	1	2	1
	> 3 écarts types	1		1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail				
	Moyenne	2,3	2,4	2,2
	Écart type	0,8	1,5	0,8
	Max.	5	7	5
	Min.	0 (n = 1)	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types			3

	Salariés 110 sujets			Indépendants 40 sujets	
	Début (n = 298)	Arrêt (n = 286)		Début (n = 102)	Arrêt (n = 99)
minuit – 0 h 59	1 %	10 %		3 %	15 %
1 h – 1 h 59	0 %	5 %		1 %	6 %
2 h – 2 h 59	1 %	4 %		1 %	2 %
3 h – 3 h 59	1 %	1 %		3 %	3 %
4 h – 4 h 59	6 %	1 %		3 %	2 %
5 h – 5 h 59	9 %	1 %		15 %	0 %
6 h – 6 h 59	18 %	1 %		15 %	1 %
7 h – 7 h 59	13 %	1 %		15 %	0 %
8 h – 8 h 59	16 %	0 %		9 %	3 %
9 h – 9 h 59	6 %	1 %		3 %	6 %
10 h – 10 h 59	6 %	1 %		3 %	0 %
11 h – 11 h 59	3 %	1 %		2 %	1 %
12 h – 12 h 59	4 %	3 %		8 %	3 %
13 h – 13 h 59	1 %	0 %		2 %	2 %
14 h – 14 h 59	2 %	3 %		4 %	2 %
15 h – 15 h 59	3 %	4 %		0 %	3 %
16 h – 16 h 59	1 %	8 %		1 %	6 %
17 h – 17 h 59	2 %	5 %		1 %	4 %
18 h – 18 h 59	1 %	8 %		2 %	3 %
19 h – 19 h 59	1 %	5 %		1 %	4 %
20 h – 20 h 59	1 %	7 %		2 %	8 %
21 h – 21 h 59	0 %	6 %		4 %	7 %
22 h – 22 h 59	0 %	10 %		3 %	9 %
23 h – 23 h 59	2 %	12 %		0 %	9 %

Tableau A1-14 Conducteurs de camion-citerne *vs* autres

		Camion-citerne (n = 11)	Autres (n = 139)	Totaux (n = 150)
Sexe				
A2	Hommes	91 %	98 %	97 %
	Femmes	9 %	2 %	3 %
Âge				
A3	< 30 ans	9 %	14 %	14 %
	30-39 ans	9 %	21 %	20 %
	40-49 ans	36 %	31 %	31 %
	50-59 ans	45 %	27 %	29 %
	60 ans et plus	0 %	7 %	6 %
Employeur				
A4	Entreprise	73 %	73 %	73 %
	Indépendant	27 %	27 %	27 %
Années d'expérience				
A8	Moyenne	22 ans	19 ans	19 ans
	Écart type	12	12	12
	Max.	40	50	50
	Min.	4	1	1
Distance				
A9	Longue	64 %	91 %	87 %
	Courte	36 %	9 %	13 %
3 derniers jours (combinés)				
D1	Début	n = 29	n = 368	n = 401
	minuit – 3 h 59	7 %	5 %	5 %
	4 h – 7 h 59	34 %	47 %	47 %
	8 h – 11 h 59	45 %	26 %	27 %
	12 h – 15 h 59	7 %	7 %	11 %
	16 h – 19 h 59	3 %	6 %	6 %
	20 h – 23 h 59	3 %	4 %	4 %
D2	Arrêt	n = 28	n = 355	n = 386
	minuit – 3 h 59	18 %	22 %	22 %
	4 h – 7 h 59	0	4 %	4 %
	8 h – 11 h 59	0	5 %	5 %
	12 h – 15 h 59	11 %	11 %	11 %
	16 h – 19 h 59	36 %	24 %	24 %
	20 h – 23 h 59	36 %	34 %	34 %
D3	Heures de travail	n = 28	n = 351	n = 382
	Moyenne	11,0	11,4	11,4
	Écart type	4,0	4,2	4,1
	Max.	20	24	24
	Min.	5	0 (n = 8)	0 (n = 8)
	> 3 écarts types	0	0	0

		Camion-citerne (n = 11)	Autres (n = 139)	Totaux (n = 150)
D4	Heures de conduite	n = 27	n = 345	n = 371
	Moyenne	7,5	8,3	8,3
	Écart type	2,5	3,3	3,2
	Max.	15	20	16
	Min.	3	0 (n = 2)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	0	0	2
D5	Heures de sommeil	n = 25	n = 345	n = 372
	Moyenne	7,4	7,3	7,3
	Écart type	2,2	1,8	1,9
	Max.	11	13	13
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 13)	0 (n = 14)
	> 3 écarts types	0	0	1
D6	Heures de sieste	n = 4	n = 67	n = 71
	Moyenne	3,1	1,9	2,0
	Écart type	2,2	1,5	1,5
	Max.	6,5	7	7
	Min.	0 (n = 24)	0 (n = 294)	0 (n = 321, 82 %)
	> 3 écarts types	0	0	0
D7	Heures de chargement	n = 18	n = 200	n = 221
	Moyenne	2,8	2,4	2,6
	Écart type	2,1	1,6	1,7
	Max.	7	7,5	8
	Min.	0 (n = 10)	0 (n = 148	0 (n = 161)
	> 3 écarts types	0	5	5
D8	Fatigue	n = 32	n = 387	n = 422
	Moyenne	3,5	3,3	3,3
	Écart type	2,3	2,0	2,0
	Max.	7	7	7
	Min.	1	1	1
Nombre de nuits depuis				
D25	24 heures de repos	n = 11	n = 116	n = 127
	Moyenne	3,4	3,7	3,6
	Écart type	1,6	2,0	2,0
	Max.	5	10	10
	Min.	0	0 (n = 5)	0 (n = 5)
	> 3 écarts types	0	14	14

		Camion-citerne (n = 11)	Autres (n = 139)	Totaux (n = 150)
D26	36 heures de repos	n = 11	n = 113	n = 125
	Moyenne	4,3	4,7	4,8
	Écart type	2,9	3,2	3,2
	Max.	11	14	14
	Min.	1	0 (n = 3)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	0	11	16
D27	48 heures de repos	n = 11	n = 120	n = 132
	Moyenne	4,3	7,6	7,4
	Écart type	2,9	7,9	7,6
	Max.	11	30	30
	Min.	1	0 (n = 2)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	0	7	7
D28	72 heures de repos	n = 8	n = 88	n = 97
	Moyenne	7,6	14,0	13,4
	Écart type	3,3	10,4	10
	Max.	14	40	40
	Min.	5	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	0	30	30
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne		n = 11	n = 133	n = 144
B13	Moyenne	2,2	2,0	2,0
	Écart type	0,6	0,8	0,8
	Max.	4	4	4
	Min.	2	0 (n = 2)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	0	3	3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen		n = 11	n = 136	n = 148
B14	Moyenne	8,2	6,4	6,5
	Écart type	1,4	2,5	2,5
	Max.	10	13	13
	Min.	6	1	1
	> 3 écarts types	0	1	1
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail		n = 11	n = 132	n = 144
B15	Moyenne	2,5	2,2	2,2
	Écart type	0,7	0,8	0,8
	Max.	4	5	5
	Min.	2	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	0	3	3

	Camion-citerne 11 sujets			Autres 139 sujets	
	Début (n = 29)	Arrêt (n = 28)		Début (n = 368)	Arrêt (n = 354)
minuit – 0 h 59	0 %	7 %		2 %	12 %
1 h – 1 h 59	0 %	4 %		1 %	5 %
2 h – 2 h 59	3 %	7 %		1 %	3 %
3 h – 3 h 59	3 %	4 %		2 %	2 %
4 h – 4 h 59	7 %	0 %		5 %	1 %
5 h – 5 h 59	7 %	0 %		11 %	1 %
6 h – 6 h 59	14 %	0 %		17 %	1 %
7 h – 7 h 59	7 %	0 %		14 %	1 %
8 h – 8 h 59	14 %	0 %		14 %	1 %
9 h – 9 h 59	14 %	0 %		5 %	2 %
10 h – 10 h 59	14 %	0 %		4 %	1 %
11 h – 11 h 59	3 %	0 %		3 %	1 %
12 h – 12 h 59	3 %	4 %		5 %	3 %
13 h – 13 h 59	0 %	0 %		2 %	1 %
14 h – 14 h 59	0 %	7 %		3 %	3 %
15 h – 15 h 59	3 %	0 %		2 %	4 %
16 h – 16 h 59	0 %	4 %		1 %	8 %
17 h – 17 h 59	0 %	4 %		2 %	5 %
18 h – 18 h 59	0 %	18 %		2 %	6 %
19 h – 19 h 59	3 %	11 %		1 %	5 %
20 h – 20 h 59	3 %	4 %		1 %	6 %
21 h – 21 h 59	0 %	11 %		1 %	6 %
22 h – 22 h 59	0 %	4 %		1 %	10 %
23 h – 23 h 59	0 %	15 %		0 %	12 %

Tableau A1-15 Questionnaire d'une page *vs* sondage complet

		Entrevue complète (n = 150)	Questionnaire d'une page (n = 153)
Sexe			
A2	Hommes	97 %	99 %
	Femmes	3 %	1 %
Âge			
A3	< 30 ans	14 %	5 %
	30-39 ans	20 %	23 %
	40-49 ans	31 %	37 %
	50-59 ans	29 %	25 %
	60 ans et plus	6 %	10 %
Employeur			
A4	Entreprise	73 %	73 %
	Indépendant	27 %	27 %
Années d'expérience			
A8	Moyenne	19 ans	19 ans
	Écart type	12	12
	Max.	50	47
	Min.	1	1
Distance			
A9	Longue	87 %	71 %
	Courte	13 %	29 %
3 derniers jours (combinés)			
D1	Début	n = 401	n = 363
	minuit – 3 h 59	5 %	10 %
	4 h – 7 h 59	47 %	51 %
	8 h – 11 h 59	27 %	22 %
	12 h – 15 h 59	11 %	6 %
	16 h – 19 h 59	6 %	6 %
	20 h – 23 h 59	4 %	4 %
D2	Arrêt	n = 386	n = 338
	minuit – 3 h 59	22 %	14 %
	4 h – 7 h 59	4 %	7 %
	8 h – 11 h 59	5 %	9 %
	12 h – 15 h 59	11 %	12 %
	16 h – 19 h 59	24 %	28 %
	20 h – 23 h 59	34 %	30 %
D3	Heures de travail	n = 382	n = 338
	Moyenne	11,4	10,0
	Écart type	4,1	4,0
	Max.	24	21
	Min.	0 (n = 8)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	0	1

		Entrevue complète (n = 150)	Questionnaire d'une page (n = 153)
D4	Heures de conduite	n = 371	n = 347
	Moyenne	8,3	7,9
	Écart type	3,2	3,2
	Max.	16	15
	Min.	0 (n = 2)	0 (n = 2)
	> 3 écarts types	2	0
D5	Heures de sommeil	n = 372	n = 316
	Moyenne	7,3	7,9
	Écart type	1,9	1,7
	Max.	13	13
	Min.	0 (n = 14)	0 (n = 17)
	> 3 écarts types	1	4
D6	Heures de sieste	n = 71	n = 76
	Moyenne	2,0	2,1
	Écart type	1,5	1,3
	Max.	7	6
	Min.	0 (n = 321, 82 %)	0 (n = 256)
	> 3 écarts types	0	5
D7	Heures de chargement	n = 221	n =224
	Moyenne	2,6	2,4
	Écart type	1,7	1,5
	Max.	8	6
	Min.	0 (n = 161)	0 (n = 110)
	> 3 écarts types	5	11
D8	Fatigue	n = 422	n = 357
	Moyenne	3,3	3,2
	Écart type	2,0	1,8
	Max.	7	7
	Min.	1	1
Nombre de nuits depuis			
D25	24 heures de repos	n = 127	n = 136
	Moyenne	3,6	3,4
	Écart type	2,0	1,9
	Max.	10	9
	Min.	0 (n = 5)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	14	7

		Entrevue complète (n = 150)	Questionnaire d'une page (n = 153)
D26	36 heures de repos	n = 125	n = 135
	Moyenne	4,8	4,6
	Écart type	3,2	3,2
	Max.	14	14
	Min.	0 (n = 3)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	16	7
D27	48 heures de repos	n = 132	n = 126
	Moyenne	7,4	5,1
	Écart type	7,6	3,7
	Max.	30	14
	Min.	0 (n = 2)	1
	> 3 écarts types	7	17
D28	72 heures de repos	n = 97	n = 98
	Moyenne	13,4	9,8
	Écart type	10	8,4
	Max.	40	30
	Min.	0 (n = 1)	1
	> 3 écarts types	30	44
Nombre de jours de repos après une semaine de travail moyenne		n = 144	n = 139
B13	Moyenne	2,0	1,9
	Écart type	0,8	0,6
	Max.	4	4
	Min.	0 (n = 2)	0 (n = 3)
	> 3 écarts types	3	3
Nombre de jours de repos au cours d'un mois moyen		n = 148	n = 148
B14	Moyenne	6,5	7,1
	Écart type	2,5	2,1
	Max.	13	12
	Min.	1	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	1	2
Nombre de périodes de sommeil après une longue semaine de travail		n = 144	n = 141
B15	Moyenne	2,2	2,4
	Écart type	0,8	0,8
	Max.	5	4
	Min.	0 (n = 1)	0 (n = 1)
	> 3 écarts types	3	3

ANNEXE B

FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE DANS LES PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX

Un des objectifs de la recherche documentaire de la phase 1 (TP 14206F) était de cerner les facteurs dont il faut tenir compte dans l'élaboration de protocoles expérimentaux visant à déterminer les périodes de récupération nécessaires aux conducteurs de véhicules utilitaires pour retrouver leurs «niveaux de performance normaux» avant de commencer une nouvelle semaine de travail. Le tableau B-1 montre les facteurs liés aux horaires qu'il conviendrait d'examiner, les mesures qui pourraient être prises, les critères de sélection des sujets, les différences individuelles qui pourraient être examinées, les contraintes, ainsi que d'autres facteurs à prendre en compte.

En ce qui concerne les horaires à examiner, de nombreuses études en laboratoire et sur le terrain ont été faites sur la conduite de jour et la récupération, mais très peu sur la conduite de nuit et la récupération. Étant donné la difficulté d'obtenir un sommeil de qualité durant le jour et le déficit de sommeil associé à la conduite de nuit, les études sur la récupération après la conduite de nuit sont particulièrement importantes. L'étude d'infirmières affectées à divers horaires a montré que deux jours de récupération étaient nécessaires, d'après des mesures de la vigilance (Totterdell, Spelten, Smith, Barton et Folkard, 1995), de la durée du sommeil, de l'humeur et de la satisfaction sociale. La vigilance continuait de s'améliorer le troisième jour. Dans une autre étude, la plupart des travailleurs de quarts ont déclaré avoir besoin de deux jours de repos, y compris deux périodes de sommeil normales, pour récupérer après trois quarts de nuit consécutifs, et d'un jour de récupération supplémentaire, après sept quarts de nuit consécutifs (Kecklund et Akerstedt, 1995). À partir d'un petit échantillon de conducteurs qui avaient effectué quatre quarts de nuit de 13 heures, Wylie et coll. ont observé que, après une période de récupération de 36 heures, ceux-ci avaient une performance pire qu'au début de leur semaine de travail précédente (Wylie, Schultz, Miller, Mitler et Mackie, 1997). Il ressort de ces études que la variable «période de récupération», dans les protocoles expérimentaux, doit prendre, au minimum, les valeurs suivantes : aucune période de récupération et périodes de récupération de une nuit, deux nuits et trois nuits.

La plupart des études font intervenir des mesures subjectives, des mesures physiologiques et des mesures de performance. Les mesures subjectives sont pertinentes dans les études sur la fatigue parce que celle-ci est essentiellement un concept subjectif. Cependant, les mesures subjectives sont, par nature, sujettes à interprétation et peuvent être entachées de biais individuels. Les mesures peuvent aussi être manipulées par les sujets interrogés et refléter d'autres biais environnementaux. Mais des comparaisons intra-sujets minutieuses faites à l'aide d'instruments de mesure valides, fiables et exempts de biais interne, peuvent être utiles pour évaluer la fatigue, la performance et le sommeil, surtout si ces variables sont aussi évaluées objectivement.

Les mesures physiologiques constituent de bonnes mesures objectives, mais lorsqu'elles servent de mesures psychophysiologiques (c'est-à-dire lorsque les mesures physiologiques sont censées refléter des concepts psychologiques, comme la fatigue), elles peuvent poser des difficultés d'interprétation. Par exemple, un EEG peut constituer une bonne mesure de la vigilance et de la fatigue, car le lien entre les fréquences EEG et le potentiel de somnolence est bien documenté. La fermeture des paupières peut également être utile, parce qu'il est difficile de réagir à un stimulus de l'environnement si les yeux ne sont pas suffisamment ouverts pour capter le stimulus. Par ailleurs, des mesures telles que le rythme cardiaque sont plus difficiles à

interpréter, étant donné que ce dernier peut varier en fonction d'un grand nombre de paramètres. Or, à moins de bien contrôler l'environnement, de telles mesures demeurent difficiles à interpréter.

Les tests de performance peuvent s'avérer des outils efficaces pour évaluer la performance et les changements de performance associés à la fatigue. Parmi les tests de performance qui ont été utilisés avec succès figurent le test psychomoteur de la vigilance (PVT, *Psychomotor Vigilance Test*), un test cognitif très sensible à la privation de sommeil et au rythme circadien, utilisé dans la plupart des études que nous avons recensées. Les mesures de performance devraient aussi comporter des mesures de conduite, et en particulier les déviations de trajectoire, qui se sont révélées sensibles à la somnolence et à la fatigue. La performance en conduite n'est peut-être pas aussi sensible que le PVT par exemple, mais elle possède une forte validité apparente. Les mesures qui comportent l'inventaire des incidents de conduite représentent un intérêt particulier.

En ce qui concerne les critères de sélection des sujets, l'âge a été clairement associé à la qualité et à la durée du sommeil, particulièrement chez les travailleurs de quarts. Les conducteurs atteints de troubles du sommeil non traités devraient être écartés. Il existe actuellement des outils efficaces d'autodépistage du trouble du sommeil le plus courant, soit l'apnée du sommeil. Des dispositifs comme l'*Edentrace* et le *Sleep Strip* peuvent être utilisés à la maison par les participants. Il leur suffit de suivre de simples instructions et de conserver les résultats pour interprétation ultérieure. L'évaluation polysomnographique complète n'est plus nécessaire. Il y aurait lieu, pour mieux comprendre les différences individuelles en ce qui a trait à la récupération, d'enregistrer de nombreuses variables, qu'elles servent ou non de critères de sélection. Ces variables comprennent le chronotype, les habitudes relatives aux siestes, la consommation de café, d'alcool et de médicaments, la situation familiale et la distance entre le domicile et le lieu de travail.

L'effet des siestes sur la durée de la récupération devrait être examiné, de même que l'effet de l'âge et d'autres différences individuelles (comme avoir un rythme circadien qui s'adapte facilement, faire des siestes, appartenir à un chronotype particulier, le mode de vie).

Tableau B-1 Principaux facteurs à prendre en compte dans les protocoles expérimentaux

HORAIRES
• de jour, de nuit, réguliers, irréguliers • durée de la période de récupération • durée et moment du sommeil permis durant les quarts de travail • durée du sommeil permis durant la période de récupération • activités de chargement/déchargement – durée et moment • siestes permises durant les heures de service
MESURES
• caractéristiques souhaitables : tâches naturelles ou facilement apprises • sensibilité à la phase circadienne, à la somnolence • mesures subjectives : – échelle de somnolence de Stanford – agendas du sommeil (durée et qualité, et vigilance après les périodes de sommeil principales et les siestes) – demander aux conducteurs si la durée de leur sommeil de récupération était suffisante et, dans la négative, ce qui a les empêchés de dormir suffisamment – difficulté à dormir ou obligations sociales, familiales ou autres – satisfaction au travail • mesures physiologiques : – EEG – enregistrements polysomnographiques – actigraphe porté au poignet – taux de mélatonine dans l'urine • batterie de tests : – PVT (pertes de vigilance, temps de réaction au 90^{e} centile) – batterie de tests cognitifs (p. ex., *Walter Reed Test Battery*) – mesures de la performance en conduite – simulateur/route : - déviations de trajectoire - maintien de la vitesse - stratégie de changement de vitesse - essais de réaction (p. ex., brouillard) - incidents critiques évalués par vidéo/moniteurs • À consigner : – consommation de caféine – exposition à la lumière – consommation de médicaments – horaire préalable veille-sommeil
CRITÈRES DE SÉLECTION DES SUJETS
• tabagisme • consommation de caféine • consommation d'alcool • type de permis • âge • troubles du sommeil • chronotype • dépistage toxicologique de la consommation de substances illicites

Tableau B-1 suite

DIFFÉRENCES INDIVIDUELLES
• âge • sexe • rapport taille/poids en tant qu'indicateur de la santé physique • caractéristiques prédictives de la susceptibilité à la détérioration de la performance due à un manque de sommeil (état de santé, troubles du sommeil, situation familiale, chronotype) • personne habituée des siestes ou qui n'en fait jamais • facteurs psycho-sociaux (jeunes enfants à la maison, distance entre le domicile et le lieu de travail)
CONTRAINTES
• temps de repos • endroit du repos • caféine • alcool
AUTRES FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE
• conséquences des exigences de l'étude sur la capacité des sujets à dormir • retards imprévus (douane, circulation, etc.)

RÉFÉRENCES

Kecklund, G. and Akerstedt, T. Effects of timing of shifts on sleepiness and sleep duration. *Journal of Sleep Research*, *4*(S2), 47-50. 1995.

Totterdell, P., Spelten, E., Smith, L., Barton, J., and Folkard, S. Recovery from work shifts: How long does it take? *Journal of Applied Psychology*, *80*, 43-57. 1995.

Wylie, C. D., Shultz, T., Miller, J. C., Mitler, M. M., et Mackie, R. R. *Étude sur le pouvoir de récupération associé aux périodes de repos chez les conducteurs de véhicules utilitaires.* TP 12850F, Centre de développement des transports, Transports Canada, 1997.

ANNEXE C

RECHERCHE DOCUMENTAIRE (PHASE 1) : DISCUSSION ET SOMMAIRE

TP 14206F, ÉTUDE DES PÉRIODES DE RÉCUPÉRATION CHEZ LES CONDUCTEURS DE VÉHICULES UTILITAIRES

1. LA RÉCUPÉRATION DANS L'INDUSTRIE DU CAMIONNAGE

Une étude de la récupération sur le terrain (Wylie, Shultz, Miller, Mitler et Mackie, 1997), menée auprès d'un échantillon très limité de conducteurs, a montré que, selon des données sur le sommeil et le maintien de la trajectoire, un repos de 60 heures est préférable à un repos de 36 heures, et ce, tant pour les travailleurs de jour que pour les travailleurs de nuit, mais particulièrement pour les travailleurs de nuit. Ainsi, la performance de trois conducteurs de jour n'avait subi aucune baisse, après un repos de deux cycles de travail, tandis que celle de conducteurs qui avaient pris un repos de 36 heures avait quelque peu fléchie au moment où ceux-ci entamaient leur deuxième semaine de conduite. En général, la performance des conducteurs de nuit était plus faible que celle des conducteurs de jour. La performance des conducteurs de nuit qui avaient pris un repos de 36 heures était plus faible durant leur deuxième semaine de conduite que durant leur première. Malheureusement, les effets d'un repos de 60 heures sur la récupération des conducteurs de nuit n'ont pas été examinés.

Dans des conditions idéales, lorsqu'ils n'ont aucune obligation familiale ou sociale, et qu'ils peuvent dormir autant qu'ils le veulent (O'Neil, Kruegar, Van Hemel et McGowan, 1999), il suffit aux conducteurs de jour d'une période de repos composée de deux nuits complètes et d'une journée complète, c.-à-d. 36 heures, pour récupérer complètement. La principale limite de cette étude est qu'elle a été menée en laboratoire, qu'elle ne portait que sur la conduite de jour et que les sujets pouvaient dormir à loisir. Par conséquent, la durée de leur sommeil était plus longue (en moyenne 6,5 heures durant les périodes de travail) que celle observée dans d'autres études. Par exemple, une étude a montré que des conducteurs de jour qui prenaient la route à 9 h et conduisaient pendant 10 heures dormaient en moyenne 5,4 heures (5,8 heures au lit) (Mitler, Miller, Lipsitz, Walsh et Wylie, 1997), ce qui représente 1,1 heure de moins que la durée de sommeil observée chez les sujets en laboratoire.

Une autre étude en laboratoire (Balkin, Thome, Sing, Thomas, Redmond, Wesensten, Williams, Hall et Belenky, 2000), qui exigeait également des sujets qu'ils passent la journée dans un simulateur de conduite, restreignait le sommeil à trois, cinq, sept ou neuf heures. La récupération était mesurée sur une période de quatre jours et trois nuits. La durée du sommeil de récupération était limitée à celle que les sujets pouvaient obtenir en huit heures au lit (moyenne de 6,5 heures). La principale conclusion de cette étude est que, à la suite d'une baisse de performance importante et inversement proportionnelle à la durée du sommeil dans les groupes de trois, cinq et sept heures, la récupération était minime dans le groupe qui passait trois heures au lit par nuit et elle était incomplète dans les groupes qui passaient cinq ou sept heures au lit : en effet, ces groupes n'avaient pas retrouvé leur performance de base à toutes les tâches, même après trois nuits de sommeil. Ainsi, dans un environnement où ils dormaient moins, et qui ressemble davantage à la situation réelle des conducteurs, même s'ils avaient un horaire de jour et qu'ils dormaient la nuit, les sujets n'arrivaient pas à récupérer complètement au cours de la période de récupération de 84 heures.

Le groupe de trois heures de sommeil représente un cas extrême, parce que dans le temps qui leur était alloué, les sujets ne pouvaient dormir que 2,9 heures en moyenne. Or, dans l'étude de Mitler et coll. (1997), qui portait sur la conduite dans la «vraie vie», même dans la pire situation de conduite de nuit continue, et malgré la gêne causée par l'équipement de mesure et les exigences de l'étude, les conducteurs dormaient en moyenne 3,8 heures.

Une autre raison de douter de la validité des conditions d'essai est que la limitation à 6,5 heures de la durée du sommeil pendant la période de récupération peut être quelque peu excessive. L'étude de O'Neil et coll. (1999), par exemple, ne limitait pas la durée de sommeil durant les jours de récupération suivant des périodes de conduite de jour, et les conducteurs dormaient en moyenne 7,1 heures.

Ni l'étude de Balkin et coll. (2000) ni celle de O'Neil et coll. (1999) n'ont examiné des horaires de travail de nuit. Dans de telles conditions, les conducteurs doivent travailler la nuit, alors que les rythmes circadiens entraînent une performance sous-optimale, et dormir le jour, alors que la qualité du sommeil est moins bonne. On s'attendrait donc que la récupération soit plus longue dans le cas des horaires de nuit que dans celui des horaires de jour.

2. LA RÉCUPÉRATION DANS D'AUTRES SECTEURS D'ACTIVITÉ

Une méta-analyse a montré que, pour la plupart des horaires, de jour ou de nuit, à rotation rapide ou hebdomadaire, régulier ou irrégulier, la récupération, telle que mesurée par la somnolence subjective, était complète après une seule journée de récupération qui comprenait une nuit de sommeil complète. Cependant, il y avait des exceptions. Il fallait à des membres du personnel de cabine d'avions long-courrier (traversant plusieurs fuseaux horaires) trois jours de repos pour récupérer complètement. Des travailleurs de la construction qui travaillaient sept quarts de jour consécutifs de 12 heures avaient besoin de trois à quatre jours de repos pour atteindre des niveaux de somnolence normaux. Et des travailleurs de plates-formes de forage qui travaillaient 14 quarts de nuit consécutifs de 12 heures n'avaient pas encore récupéré après quatre à cinq jours de repos. Des différences individuelles ont aussi été observées. Ainsi, parmi 60 travailleurs des pâtes et papiers qui avaient un horaire à rotation très rapide, certains récupéraient durant le premier jour de récupération, tandis que d'autres mettaient trois à quatre jours pour y arriver. La principale faiblesse de cette étude est qu'elle n'avait recours qu'à des mesures subjectives. Or, il est bien connu que les travailleurs peuvent s'estimer reposés même s'ils manifestent des signes objectifs de détérioration de la performance.

Une étude des divers horaires régissant les infirmières semble indiquer que certaines mesures telles que la vigilance, la durée du sommeil, l'humeur et la satisfaction sociale diminuent le premier jour de repos, et qu'au moins deux jours de récupération sont nécessaires (Totterdell, Spelten, Smith, Barton et Folkard, 1995). La vigilance continuait de s'améliorer le troisième jour de récupération, ce qui laisse croire que le déficit de sommeil peut persister au-delà de deux jours de récupération. Le travail de nuit semble exiger une période de récupération plus longue, mais une période de récupération trop longue peut nuire à l'adaptation au travail de nuit. Le temps de réaction s'altérait au cours de plusieurs quarts de nuit consécutifs et il avait tendance à s'améliorer durant les jours de repos suivant les quarts de nuit.

Dans son recensement des contre-mesures à la fatigue, Akerstedt a noté que la plupart des travailleurs de quarts disent avoir besoin d'au moins deux jours de repos, y compris deux périodes de sommeil normales, pour récupérer à la suite de trois quarts de nuits consécutifs (Akerstedt, 1998). Cette étude a également montré qu'il fallait une journée de plus pour récupérer après sept quarts de nuit consécutifs. Et des études sur le décalage horaire révèlent qu'il peut falloir jusqu'à quatre jours de repos pour récupérer après une désynchronisation radicale du cycle veille-sommeil.

Une étude de l'effet d'une privation de sommeil prolongée a montré qu'à valeur égale, la privation de sommeil a un effet beaucoup plus considérable sur la performance lorsque le sommeil est pris le jour plutôt que la nuit (Rogers, Van Dongen, Power IV, Carlin, Szuba, Maislin et Dinges, 2002). Cela montre l'importance de tenir compte non seulement de la durée de la période de repos, mais aussi du moment où est pris le sommeil.

Dans une étude de Price et coll., les sujets étaient privés de sommeil pendant 88 heures, puis avaient droit soit à deux nuits de récupération de sept heures suivies d'une nuit de récupération de 14 heures, soit à trois nuits de récupération de 14 heures (Price, Rogers, Fox, Szuba, Van Dongen et Dinges, 2002). Les résultats de cette étude révèlent que plus un sujet a la possibilité de rester au lit, et de dormir, longtemps, plus il récupère rapidement à la suite d'une privation aiguë de sommeil.

3. DIFFÉRENCES INDIVIDUELLES

Une étude sur le terrain portant sur des conducteurs courte distance affectés à des horaires de jour a montré que les conducteurs qui montraient des signes de fatigue et qui étaient impliqués dans des incidents reliés à la fatigue dormaient moins et moins bien que les conducteurs qui ne montraient aucun signe de fatigue (Hanowski, Wierwille, Gellatly, Early et Dingus, 2000). En ce qui concerne les différences individuelles, dix des 42 conducteurs étaient impliqués dans 86 p. 100 des incidents. Les conducteurs jeunes et moins expérimentés étaient significativement plus susceptibles d'être impliqués dans des incidents critiques et ils montraient davantage de somnolence au travail. Étant donné que tous les conducteurs avaient le même horaire, cette étude donne à penser que les différences individuelles dans la durée du sommeil influent sur la performance. Il reste à déterminer si ces différences sont dues au fait que les conducteurs se privent délibérément de sommeil pour remplir leurs obligations familiales, sociales ou autres, ou si elles sont dues à la difficulté de dormir.

Dans une étude comparative d'infirmières occupant des postes permanents de jour et de nuit, aucune différence n'a été observée dans le temps de sommeil total de ces dernières (Quera-Salva, Guilleminault, Claustrat, Defrance, Gajdos, Crowe McCann et De Lattre, 1997). Cependant, comparées aux infirmières de jour, les infirmières de nuit avaient tendance à augmenter de façon significative la durée de leur sommeil durant leurs jours de repos et à écourter leur sommeil durant les nuits de travail. Toutes les infirmières de nuit revenaient à des activités diurnes durant leurs jours de repos. Les tests de performance ont montré qu'une minorité d'infirmières de nuit s'adaptaient sur le plan physiologique au travail de nuit, et que leur performance était semblable à celle des infirmières de jour. Comme ces comparaisons ne concernaient que six infirmières de nuit «adaptées» à leur horaire, il y aurait lieu de vérifier ces résultats dans des études ultérieures.

Une deuxième étude sur des infirmières a montré que sur 24 infirmières qui travaillaient sept quarts de nuit consécutifs, 18 pouvaient être considérées comme pouvant s'adapter au travail de nuit et six comme n'étant pas capables de s'adapter, selon les taux de cortisol mesurés (Hennig, Moritz, Huwe et Netter, 1998). Contrairement à l'étude précédente, la majorité des infirmières s'étaient «adaptées».

Dans une analyse des courbes de sécrétion de la mélatonine, un déplacement graduel de la courbe de mélatonine chez sept travailleurs de nuit sur onze a révélé une

adaptation incomplète (Weibel, Spiegel, Gronfier, Follenius et Brandenberger, 1997). Les travailleurs de jour ne parvenaient pas à s'adapter lorsqu'on leur demandait de dormir durant le jour.

Une étude sur le terrain à laquelle ont participé 15 infirmières occupant des postes permanents de nuit a montré qu'il est possible de synchroniser les rythmes circadiens avec l'horaire de travail grâce à une programmation judicieuse de la lumière et de l'obscurité (Boivin et James, 2002). Et cette stratégie demeurait efficace même si les infirmières retournaient à des activités diurnes durant leurs jours de repos. Une autre étude a montré que la durée du sommeil de jour après des quarts de nuit était significativement plus longue chez les infirmières qui avait bénéficié de la photothérapie (James, Chevrier et Boivin, 2002). Cette observation montre que le niveau d'adaptation circadienne à un horaire atypique peut influencer de façon importante la durée du sommeil de récupération.

Dans sa recherche sur les différences individuelles dans la tolérance au travail par quarts, Härmä examine les effets des rythmes circadiens individuels (adaptation et phase), du consentement à travailler la nuit, de l'introversion-extraversion, du chronotype et du sexe (Härmä, 1992). Certains de ses résultats sont aujourd'hui contestés, mais les effets négatifs de l'âge se confirment encore. Par exemple, plusieurs des mêmes facteurs ont été étudiés récemment par Nachreiner qui a conclu qu'aucun ne possède une puissance prédictive assez forte pour déterminer la capacité d'une personne à s'adapter au travail par quarts (Nachreiner, 1998). L'auteur laisse entendre néanmoins que les personnes qui sont du type «soir» s'adaptent mieux et qu'il faut préférer les régimes de quarts à rotation lente.

Dans une recherche sur différents horaires de travail par quarts, Knauth formule des recommandations sur la conception des régimes de quarts (Knauth, 1997). Une de ces recommandations concerne plus particulièrement les conducteurs de véhicules utilitaires, qui travaillent de nuit et selon des horaires tournants : ils auraient besoin de deux jours pour récupérer après trois quarts de travail de nuit consécutifs, et de trois jours, après sept quarts de nuit consécutifs. Cela donne à penser qu'une période de récupération de 36 heures ne serait pas suffisante pour «rembourser» la dette de sommeil accumulée. Il recommande : 1) que les quarts du matin ne débutent pas trop tôt, pas avant 6 h 30, dans la mesure du possible; 2) que les quarts de nuit commencent tôt et que les conducteurs puissent dormir durant leur creux circadien. Cette solution réduirait de façon substantielle les épisodes de micro-sommeil et la fatigue.

Dans une étude de Gaudreau, Morettini, Lavoie et Carrier (2001), un groupe de personnes en bonne santé avaient trois nuits de sommeil normal, après quoi elles étaient privées de sommeil pendant 24 heures, soit jusqu'au matin; elles étaient alors autorisées à dormir. Il a été constaté que plus les personnes étaient âgées, plus elles avaient de la difficulté à se remettre de la privation de sommeil. Comme on pouvait s'y attendre, après la privation de sommeil, la proportion de sommeil lent a augmenté tant dans le groupe de sujets jeunes que dans le groupe de sujets d'âge moyen. Cependant, le rebond du sommeil lent était significativement moins prononcé chez les sujets d'âge moyen. Une autre étude sur la privation de sommeil chez des personnes en bonne santé a mis en évidence des différences individuelles significatives dans la susceptibilité à la détérioration de la performance après un manque de sommeil (Van Dongen, Baynard, Nosker et Dinges, 2002).

4. LE SOMMEIL

L'étude de Balkin et coll. comprenait une évaluation actigraphique du sommeil chez 50 conducteurs de véhicules utilitaires longue distance et courte distance pendant 20 jours consécutifs (Balkin et coll., 2000). Les deux groupes ont dormi, en moyenne, environ 7,5 heures par nuit. Les conducteurs courte distance obtenaient 3 p. 100 de leur sommeil durant leurs heures de service, tandis que cette proportion atteignait 44 p. 100 chez les conducteurs longue distance. Étant donné que les conducteurs longue distance obtenaient presque la moitié de leur sommeil quotidien durant leurs quarts de travail (principalement dans la couchette), on peut penser qu'ils passent une bonne partie de leur quart de travail dans un état de privation partielle de sommeil, jusqu'à ce qu'ils aient l'occasion de s'arrêter pour dormir. Quelle que soit la durée de la période de repos, aucune ne garantissait aux conducteurs courte et longue distance un sommeil adéquat. Les auteurs notent que comme les conducteurs consacrent vraisemblablement une partie substantielle de leur période de repos à leurs affaires personnelles, cette période doit être suffisamment longue pour qu'ils puissent vaquer à leurs occupations et dormir suffisamment. Cela peut être particulièrement important pour les conducteurs longue distance qui, souvent, ne dormaient pas du tout durant leurs périodes de repos.

Le temps de sommeil total variait beaucoup, d'un jour à l'autre, chez les conducteurs des deux groupes. Chez certains conducteurs courte et longue distance, l'écart entre les heures de sommeil pouvait atteindre 11,2 heures, au cours des 20 jours de l'étude. D'autres conducteurs avaient des horaires veille-sommeil plus réguliers. Certains affichaient un profil qui laissait penser qu'ils vivaient dans un déficit de sommeil chronique, qu'ils allégeaient de temps à autre en s'accordant de longues périodes de sommeil de récupération.

5. LES SIESTES

Comme les siestes allègent le déficit de sommeil, elles peuvent réduire le temps nécessaire pour récupérer. Or, aucune des études recensées n'a établi de relation entre les siestes et la récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires. Cependant, un certain nombre d'études ont montré l'efficacité des siestes à améliorer la performance et à réduire le déficit de sommeil.

Un examen des habitudes relatives aux siestes chez des travailleurs de quarts a montré que la proportion de travailleurs qui s'adonnaient à des siestes diminuait lorsqu'on allongeait leur période de sommeil principale (Akerstedt et Torsvall, 1985). De plus, tandis que la moitié des travailleurs faisaient normalement des siestes au cours des quarts de nuit, presque aucun n'en faisait durant les quarts d'après-midi ou les jours de repos, ce qui semble indiquer un lien entre les siestes et le déficit de sommeil. Une étude menée en 1989 signale que les siestes sont plus fréquentes chez les travailleurs de quarts que chez les travailleurs de jour (Akerstedt, Torsvall et Gillberg, 1989). Durant les quarts de nuit, les siestes étaient non autorisées et involontaires, et étaient principalement observées durant la deuxième moitié du quart de nuit, lorsque la somnolence était à son maximum. Les siestes étaient associées à une diminution d'environ deux heures de la période de sommeil principale qui suivait.

Une étude a examiné la stratégie relative aux siestes chez des travailleurs affectés de façon permanente à des quarts de nuit et des quarts de jour (Tepas, Carvalhais et

Popkin, 1990). Cinq stratégies ont été déterminées, selon que les conducteurs faisaient une sieste durant leur semaine de travail, seulement la fin de semaine, ou à la fois la semaine et la fin de semaine, et selon la fréquence des siestes. Les auteurs ont constaté que les travailleurs de nuit permanents qui faisaient des siestes se plaignaient davantage que ceux qui ne faisaient pas de sieste d'avoir de la difficulté à dormir. Rien ne leur a permis d'affirmer que les travailleurs de nuit qui ne faisaient pas de sieste agissaient ainsi parce qu'ils trouvaient facilement le sommeil. Comme l'avaient montré des études précédentes, les travailleurs de nuit étaient plus enclins à faire une sieste et à éprouver de la difficulté à dormir que les travailleurs de jour.

Une étude à laquelle ont participé des conducteurs de véhicules utilitaires longue distance a révélé que la possibilité de faire une sieste de trois heures l'après-midi précédant un quart de nuit simulé avait des effets bénéfiques sur la performance en simulateur de conduite et sur les mesures subjectives et physiologiques de la vigilance prises jusqu'à 14 heures plus tard (Macchi, Boulos, Ranney, Simmons et Campbell, 2002).

Une autre étude faite auprès de contrôleurs aériens a révélé que l'aménagement d'une courte pause-sieste sur les lieux de travail pendant les quarts de nuit améliore la performance, même si sa durée est limitée (environ 18 minutes) et que le sommeil est morcelé (Signal et Gander, 2002). De même, la performance au travail du personnel d'un service des urgences s'était améliorée, grâce à une sieste de 40 minutes faite au milieu du quart de nuit (Smith-Coggins, Howard, Kawn, Wang, Rosekind, Sowb, Balise et Gaba, 2002). La caféine ou une sieste, ou les deux, ont amélioré à la fois la vigilance et la performance durant quatre quarts de nuits simulés; l'effet le plus important s'est fait sentir durant le premier quart de nuit, et a été associé à la combinaison caféine et sieste (Schweitzer, Randazzo, Stone et Walsh, 2002).

Une sieste de 10 minutes en après-midi, après une légère privation de sommeil nocturne, a réduit la fatigue subjective et a amélioré la performance pendant au moins 35 minutes, et a amélioré la vigilance pendant au moins une heure (Tietzel et Lack, 2002).

Les effets d'une sieste d'au plus une heure sur la durée du sommeil, l'auto-diagnostic de la somnolence et la qualité de vie ont été examinés chez des travailleurs de nuit (Bonnefond, Muzet, Winter-Dill, Bailloeuil, Bitouze et Bonneau, 2001). Les chercheurs ont constaté que la possibilité de faire une sieste engendrait une satisfaction générale à l'égard de la facilité à travailler la nuit et améliorait la qualité de vie.

Un recensement de plusieurs études a montré que les siestes peuvent aider à maintenir ou à améliorer la performance durant des périodes de veille prolongées (Rosekind, Smith et Miller, 1995). De l'étude de siestes d'une durée de 20 minutes à huit heures, il semble ressortir un effet «proportionnel à la dose», l'amélioration de la performance étant à la mesure de la longueur de la sieste. Bien que l'inertie du sommeil puisse être considérée comme un effet négatif de la sieste, celle-ci semble se dissiper au bout de 10 à 15 minutes.

Une étude qui visait à valider un modèle informatique conçu pour prévoir les niveaux de vigilance à partir d'un horaire de sommeil et de travail a mis en évidence un lien plus étroit entre la fatigue prévue et la vigilance subjective qu'entre la fatigue prévue et la performance mesurée de façon objective (Fletcher et Dawson, 2001). Le modèle de fatigue arrivait à mieux prévoir la vigilance subjective l'après-midi et le soir, après quatre quarts de travail consécutifs.

RÉFÉRENCES

Akerstedt, T. Readily available countermeasures against operator fatigue. *Managing Fatigue in Transportation*, 105-122. 1998.

Akerstedt, T. and Torsvall, L. Napping in shift work. *Sleep*, *8*, 105-109. 1985.

Akerstedt, T., Torsvall, L., and Gillberg, M. "Shift work and napping." *Sleep and Alertness: Chronobiological, Behavioral, and Medical Aspects of Napping*, Raven Press, Ltd., New York, NY, 205-220. 1989.

Balkin, T., Thome, D., Sing, H., Thomas, M., Redmond, D., Wesensten, N., Williams, J., Hall, S., and Belenky, G. *Effects of sleep schedules on commercial motor vehicle driver performance*. Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 2000.

Boivin, D. B. and James, F. O. Circadian adaptation to night-shift work by judicious light and darkness exposure. *Journal of Biological Rhythms*, *17*(6), 556-567. 2002.

Bonnefond, A., Muzet, A., Winter-Dill, A., Bailloeuil, C., Bitouze, F., and Bonneau, A. Innovative working schedule: Introducing one short nap during the night shift. *Ergonomics*, *44*(10), 937-945. 2001.

Fletcher, A. and Dawson, D. Field-based validations of a work-related fatigue model based on hours of work. *Traffic Psychology and Behaviour, Transportation Research Part F*(4), 75-88. 2001.

Gaudreau, H., Morettini, J., Lavoie, H. B., and Carrier, J. Effects of a 25-hour sleep deprivation on daytime sleep in the middle-aged. *Neurobiological Aging*, *22*(3), 461-468. 2001.

Hanowski, R. J., Wierwille, W. W., Gellatly, A. W., Early, N., and Dingus, T. A. *Impact of local short haul operations on driver fatigue*. Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 2000.

Härmä, M. Individual differences in tolerance to shift work: A review. *Ergonomics*, *13*, 101-109. 1992.

Hennig, J. P., Moritz, C., Huwe, S., and Netter, P. Changes in cortisol secretion during shiftwork: Implications for tolerance to shift work? *Ergonomics*, *41*, 610-621. 1998.

James, F. O., Chevrier, E., and Boivin, D. B. Improvement of daytime sleep in shift workers by judicious light exposure. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A156-A157. 2002.

Knauth, P. Changing schedules: Shiftwork. *Chronobiology International*, *14*, 159-171. 1997.

Macchi, M. M., Boulos, Z., Ranney, T., Simmons, L., and Campbell, S. S. Effects of an afternoon nap on nighttime alertness and performance in long-haul drivers. *Accident Analysis & Prevention*, *34*(6), 825-834. 2002.

Mitler, M. M., Miller, J. C., Lipsitz, J. J., Walsh, J. K., and Wylie, C. D. The sleep of long-haul truck drivers. *New England Journal of Medicine*, *337*(11), 755-762. 1997.

Nachreiner, F. Individual and social determinant of shiftwork tolerance. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, *24*(3), 35-42. 1998.

O'Neil, T. R., Krueger, G. P., Van Hemel, S. B., and McGowan, A. L. *Effects of operating practices on commercial driver alertness*. Rep. No. FHWA-MC-99-140, Office of Motor Carrier and Highway Safety, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 1999.

Price, N. J., Rogers, N. L., Fox, C. G., Szuba, M. P., Van Dongen, H. P., and Dinges, D. F. Sleep physiology following 88h total sleep deprivation: Effects of recovery sleep duration. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A92-A93. 2000.

Quera-Salva, M. A., Guilleminault, C., Claustrat, B., Defrance, R., Gajdos, P., Crowe McCann, C., and De Lattre, J. Rapid shift in peak melatonin secretion associated with improved performance in short shift work schedule. *Sleep*, *20*(12), 1145-1150. 1997.

Rogers, N. L., Van Dongen, H. P., Power IV, J. W., Carlin, M. M., Szuba, M. P., Maislin, G., and Dinges, D. F. Neurobehavioural functioning during chronic sleep restriction at an adverse circadian phase. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A126-A127. 2000.

Rosekind, M., Smith, R. M., and Miller, D. L. Alertness management: Strategic naps in operational settings. *Journal of Sleep Research*, *4* (SUPPL. 2), 62-66. 1995.

Schweitzer, P. K., Randazzo, A. C., Stone, K. L., and Walsh, J. K. Evening naps and/or caffeine as countermeasures for sleepiness during simulated night shifts. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A157-A158. 2000.

Signal, L. and Gander, P. H. Psychomotor performance improvements with a short workplace nap on the night shift: The benefits of stage 1 sleep. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A116. 2002.

Smith-Coggins, R., Howard, S., Kawn, S., Wang, C., Rosekind, M., Sowb, Y., Balise, R., and Gaba, D. Do naps during the night shift improve performance in the emergency department? *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A116-A117. 2000.

Tepas, D. I., Carvalhais, A. B., and Popkin, M. Shiftworker nap strategies. *Sleep Research*, *19*, 125. 1990.

Tietzel, A. J. and Lack, L. C. The recuperative value of brief and ultra-brief afternoon naps. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A117-A118. 2000.

Totterdell, P., Spelten, E., Smith, L., Barton, J., and Folkard, S. Recovery from work shifts: How long does it take? *Journal of Applied Psychology*, *80*, 43-57. 1995.

Van Dongen, H. P., Baynard, M. D., Nosker, G. S., and Dinges, D. F. Repeated exposure to total sleep deprivation: Substantial trait differences in performance impairment among subjects. *Sleep*, *25* (Abstract Supplement 2002), A89-A90. 2002.

Weibel, L., Spiegel, K., Gronfier, C., Follenius, M., and Brandenberger, G. Twenty-four-melatonin and core body temperature rhythms: Their adaptation in night workers. *American Journal of Physiology*, *272*, R948-R954. 1997.

Wylie, C. D., Shultz, T., Miller, J. C., Mitler, M. M., et Mackie, R. R. *Étude sur le pouvoir de récupération associé aux périodes de repos chez les conducteurs de véhicules utilitaires*. TP 12850F, Centre de développement des transports, Transports Canada, 1997.

ANNEXE D

RECUEIL D'INFORMATION AUXILIAIRE

1 INTRODUCTION

L'annexe D a pour objet d'informer les contractants de la phase 3 des avantages et des limites de dispositifs susceptibles d'être utilisés au cours de cette phase. On y passe en revue diverses mesures physiologiques, échelles de cotation subjective et mesures du comportement et de la performance au volant.

2 MESURES PHYSIOLOGIQUES

La présente section aborde tour à tour l'électroencéphalographe (qui enregistre les ondes cérébrales), le polysomnographe (qui enregistre, outre les ondes cérébrales, les mouvements oculaires, l'activité musculaire, la fréquence cardiaque, le taux d'oxygène sanguin et la respiration) et l'actigraphe (qui enregistre le mouvement), de même que les logiciels d'analyse connexes.

2.1 EEG

La technique d'électroencéphalographie (EEG) consiste à interpréter les ondes cérébrales, soit leur fréquence et leur morphologie. Pour réaliser un électroencéphalogramme, on colle sur le cuir chevelu des électrodes (petits disques métalliques) à l'aide d'un gel conducteur d'électricité. Les signaux résultant de l'activité électrique du cerveau, comme la fréquence et l'amplitude des ondes cérébrales, varient selon la situation, en particulier selon le niveau de vigilance : éveil, repos, sommeil, rêve. Il existe des électroencéphalographes portables, dits «ambulatoires», qui peuvent être utilisés ailleurs que dans un laboratoire du sommeil, au domicile d'un sujet, par exemple. Les électrodes doivent toutefois être installées par un technicien (Sabbatini, 2003).

Avantages :

- Mesure objective et directe de l'activité cérébrale

Limites :

- Nécessite une mise en place par un technicien
- Ne se prête pas vraiment à une utilisation dans un véhicule (Hartley, Horberry et Mabbott, 2000)
- Exige des resscurces humaines importantes pour l'analyse
- Difficulté d'obtenir des données de bonne qualité (Heslegrave, 2003)
- Différences potentielles d'interprétation de l'EEG lorsque le sujet est actif et lorsqu'il est au lit. Par exemple, lors d'une étude sur le sommeil de conducteurs longue distance menée en 1997, le tracé EEG d'un conducteur montrait que celui-ci avait passé 520 secondes dans un sommeil de stade 1, pendant qu'il conduisait, alors que la séquence vidéo ne montrait aucun signe de somnolence chez ce sujet (Mitler, Miller, Lipsitz, Walsh et Wylie, 1997).

2.2 Électroencéphalographes (EEG) ambulatoires

Trois EEG ambulatoires sont décrits ci-après.

2.2.1 Le Notta de Stellate

http://www.stellate.com/en/stellate_notta.html

376, av. Victoria, bureau 200
Montréal (Québec)
Canada
H3Z 1C3
Tél. : 1 (888) 742-1306 (É.-U. et Canada)
Info@Stellate.com

- Conçu selon des critères ergonomiques pour pouvoir être porté à la taille
- Pèse un peu plus de 1 lb
- Sphygmo-oxymètre incorporé
- Offre jusqu'à 32 canaux d'enregistrement
- Complètement intégré avec les postes de travail Harmonie de Stellate
- Un marqueur d'événement permet au sujet de marquer des événements sur l'enregistrement
- Coût approximatif : 36 700 $CAN

2.2.2 Oxford Instruments : EEG portables de la série P

http://www.oxford-instruments.com/MDCPSN298.htm

Hawthorne, New York
Tél. : (914) 593-7100

- Les appareils de la série P permettent tous les enregistrements EEG référentiels. Ils peuvent être utilisés aussi bien en laboratoire que dans une chambre d'hôpital ou au domicile du patient.
- Les appareils de la série P ont été les premiers produits véritablement portables pour l'enregistrement du sommeil dans toutes les configurations de montage.
- La famille de la série P comprend la série P Plus et la série P 2, qui offrent respectivement 26 et 18 canaux d'enregistrement.

2.2.3 Le Biosaca d'Ortivus

http://www.ortivus.se/

Distributeur en Amérique du Nord :
Sweet Computer Services, Inc.
http://www.sweetcs.com
2324 Sweet Parkway Road
P.O. Box 276
Decorah, Iowa 52101-0276
Tél. : 1 (800) 537-3927
sales@sweetcs.com

- Le Biosaca permet des recherches poussées sur le sommeil et l'activité cérébrale
- Compact et portable
- Pèse 650 g, piles comprises
- Processeur de signaux numériques avec amplificateurs analogiques et entrée numérique pour un sphygmo-oxymètre

2.3 Polysomnographie

Un polysomnogramme est obtenu par l'enregistrement simultané de plusieurs paramètres physiologiques reliés au sommeil et à l'état de veille. Le polysomnographe convertit les signaux électriques de l'organisme en une représentation graphique qui aide à déterminer ce qui se passe pendant le sommeil. Ainsi il enregistre, pendant le sommeil, les ondes cérébrales (EEG), les mouvements oculaires (EOG), l'activité des muscles (EMG), la fréquence cardiaque (EKG), le taux d'oxygène dans le sang et la respiration. Chacune de ces activités correspond à un tracé sur le polysomnogramme.

Avantages :

- Donne des mesures objectives et directes de diverses activités pendant le sommeil

Limites :

- Nécessite un montage par un technicien (qui doit fixer des électrodes sur le cuir chevelu, le visage, le menton, la poitrine et les jambes du patient)
- Ne se prête pas à une utilisation sur la route
- Exige des ressources humaines importantes pour l'analyse
- Coûteux (Heslegrave)
- Les mesures de santé physiologique ne sont pas toujours sensibles au manque de sommeil. Par exemple, dans l'étude réalisée par Balkin en 2000, la fréquence cardiaque, la respiration et la pression artérielle se sont révélées non sensibles au manque de sommeil (Balkin, Thome, Sing, Thomas, Redmond, Wesensten, Williams, Hall et Belenky, 2000). Ces résultats corroborent l'opinion selon laquelle la privation de sommeil altère surtout les fonctions cognitives supérieures.

2.4 Polysomnographes (PSG)

Trois polysomnographes sont décrits ci-après.

2.4.1 Sandman

www.sandmansleep.com

Nellcor Puritan Bennett (Melville) Ltd.
303, prom. Terry Fox, bureau 400
Kanata (Ontario)
K2K 3J1
Tél. : 1 (800) 663-3336

Système d'enregistrement Suzanne[MD]

- Système portable
- Peut être utilisé en laboratoire du sommeil ou au domicile du sujet

- Concept modulaire qui permet des configurations personnalisées; peut enregistrer de 10 à 35 canaux de données physiologiques, avec ou sans surveillance
- Oxymètre incorporé
- Programme d'essais HALT (*Highly Accelerated Lifetime Testing*), semblable à celui utilisé par l'industrie aérospatiale, qui garantit la performance du système dans des conditions de température et de vibrations extrêmes

2.4.2 Oxford Instruments

http://www.oxford-instruments.com/MDCPSN298.htm

Hawthorne, New York
Tél. : (914) 593-7100

Polysomnographe sans fil Siesta de Compumedics :

- Appareil de diagnostic sans fil
- Offre 32 canaux à signaux amplifiés pour la collecte de données : possibilité d'enregistrer n'importe quel signal physiologique sur n'importe quel canal
- Le PSG de laboratoire est petit et léger – 300 g (9,6 oz), piles comprises • Montage variable – peut enregistrer jusqu'à 32 canaux, dans toutes les combinaisons possibles de canal et de type de donnée • Réseau local radioélectrique – transmission sans fil de formes d'onde jusqu'à une distance de 300 m (1 000 pi) – Aucun câblage

Amplificateur de polysomnographie en réseau de série E :

- Le PSG de série E de Compumedics est un appareil perfectionné qui offre 44 canaux pour l'enregistrement des données des patients, et des canaux externes pour le branchement d'appareils accessoires
- Le système de série E pour laboratoire permet de visualiser et de commander l'amplificateur à partir de n'importe quel ordinateur relié au réseau, qu'il soit situé dans le laboratoire, dans un bureau ou même en site éloigné

2.5 Logiciel d'enregistrement et d'analyse du sommeil

Deux systèmes d'enregistrement et d'analyse du sommeil sont exposés ci-après.

2.5.1 Système Harmonie-S de Stellate

- Postes de travail PC autonomes, mobiles ou en réseau
- Portables

2.5.2 Tous les dispositifs externes, comme les appareils CPAP ou BiPAP, sont branchés pour une utilisation correcte.

- Interface Windows de Microsoft
- Processus d'examen rapide avec détection d'événements en ligne
- Rapports préliminaires instantanés avec détermination du stade du sommeil assistée par ordinateur
- Hypnogrammes multiples permettant des comparaisons intra-sujet

- Tracés du sommeil configurables pour une représentation graphique illimitée des distributions d'événements et de leurs propriétés. Par un clic de souris, il est possible d'atteindre une position correspondante dans le fichier des signaux
- Configurations de 16 à 64 canaux
- Plusieurs entrées c.c.
- Étalonnage et impédancemétrie commandés par logiciel

Vidéo numérique synchronisée sur les postes de travail :

- Accès vidéo en relecture
- Possibilité de faire un zoom
- Qualité MPEG
- Défilement à vitesse variable
- Accès aux données et aux images en temps réel sur les réseaux hospitaliers ou par Internet, à partir de sites éloignés

2.5.3 Sandman

www.sandmansleep.com

Nellcor Puritan Bennett (Melville) Ltd.
303, prom. Terry Fox, bureau 400
Kanata (Ontario)
K2K 3J1
Tél. : 1 (800) 663-3336

Sandman offre une gamme de programmes d'enregistrement et d'analyse du sommeil (p. ex., Sandman Spyder, Sandman Elite, Sandman Easy). Voici quelques détails concernant le programme Sandman Elite :

- Logiciel numérique perfectionné pouvant filtrer n'importe quel signal pendant ou après l'enregistrement, comportant un filtre coupe-bande de 60 Hz
- Affiche une liste des types d'événements marqués. Les statistiques comprennent le nombre courant d'événements, et la fréquence et la durée moyenne de chaque type
- Éditeur de dispositifs c.c.
- IAH (index apnées hypopnées) en temps réel pendant la collecte de données, qui calcule automatiquement les épisodes de respiration anormale
- Conception modulaire offrant la détection assistée par ordinateur des mouvements involontaires des membres, des désordres respiratoires, des éveils, du ronflement, de la fréquence cardiaque, de la PCO_2 de fin d'expiration, des données incorrectes, de la désaturation, de l'ECG et d'un pH anormal
- Signaux visuels mettant en évidence tout changement dans les filtres d'amplificateur, le référençage, l'amplification, la vérification de l'impédance ou les commentaires du technicien
- Possibilité d'examiner ou de coter des tracés à l'aide de n'importe quel ordinateur (y compris à la maison), grâce au logiciel d'analyse unique de Sandman, sur CD

2.6 Actigraphe

Les actigraphes sont de petits dispositifs portés au poignet qui enregistrent le mouvement. Ils sont constitués de microprocesseurs et d'une mémoire dont le contenu

peut être téléchargé vers un ordinateur pour un traitement différé. Ils servent notamment à mesurer la quantité de sommeil obtenu.

Avantages :

- Mesures peu dérangeantes (Balkin et coll., 2000)
- Estimations objectives de la durée du sommeil et du degré d'activité (Balkin et coll., 2000)
- Les enregistrements actigraphiques accroissent la fiabilité et la précision des données sur le sommeil consignées par les conducteurs dans leur carnet de route (Balkin et coll., 2000)
- Durée de collecte prolongée (p. ex., 44 jours pour l'Actiwatch Plus)
- Autonome
- Plusieurs modèles sont offerts, qui peuvent enregistrer, en même temps que l'activité, les niveaux d'éclairage, les mesures subjectives de la douleur, l'humeur et la somnolence, la température corporelle et les niveaux sonores. Certains modèles comprennent aussi un marqueur d'événement qui permet au sujet d'enregistrer sur le fait des événements significatifs, comme l'heure à laquelle il va au lit et l'heure à laquelle il se réveille
- Offert en versions étanche à l'eau et avec pile rechargeable

Limites :

- L'actigraphie ne permet pas de discerner les divers stades du sommeil, qui ne sont pas tous aussi réparateurs les uns que les autres (Balkin et coll., 2000)
- La fiabilité de l'actigraphie dans un véhicule en mouvement (p. ex., lorsqu'un conducteur dort dans la couchette d'un véhicule qui roule) reste à déterminer (Balkin et coll., 2000)

2.7 Actigraphes

Six actigraphes, offerts par deux fabricants, sont décrits ci-après.

2.7.1 Actigraphes Ambulatory Monitoring

http://www.ambulatory-monitoring.com/default.htm

Courriel : info@ambulatory-monitoring.com
Tél. : 1 (800) 341-0066
Ardsley, New York

- Ambulatory Monitoring offre plusieurs modèles d'actigraphes, dont l'Octagonal Sleep Watch, le Micro Mini-Motionlogger et l'Octagonal BASIC Motionlogger, ainsi que le Basic Mini-Motionlogger
- Tous ces modèles sont garantis deux ans
- Selon le site Web du fabricant, ces appareils sont plus légers et plus petits que l'Actiwatch de MiniMitter
- Caractéristiques de l'Octagonal BASIC Motionlogger :
  - Marqueur d'événements
  - Feedback sonore
  - Mémoire de 2 MB
  - Filtre de 2-3 Hz

- Sensibilité de 0,01G en bande moyenne
- Modes «passage par zéro» (ZC, *zero crossing*) et «temps au-dessus du seuil» (TAT, *time above threshold*)
- Fonctionnement en mesure proportionnelle intégrale (PIM, *proportional integrating measure*) et fonctionnement trimode (modes ZC, TAT et PIM simultanés)
- Étanche à l'eau (peut être porté sous la douche)
- Pile bouton facile à remplacer (durée de vie de 60 jours), logée dans un compartiment isolé des composants électroniques

• Caractéristiques du MICRO Mini-Motionlogger :
- 1 po de diamètre x 0,35 po d'épaisseur – pèse moins de 1/2 oz (14 g)
- Mémoire rémanente de 32 kB
- Fréquence d'échantillonnage de 10 Hz – largeur de bande de 2-3 Hz
- Modes de fonctionnement : «passage par zéro» ou «mesure proportionnelle intégrale» (sensibilité faible et élevée)
- Durée des épisodes fixée à 1 minute, ce qui donne jusqu'à 22 jours d'enregistrement par initialisation
- Deux modèles offerts : l'un, complètement submersible, à pile d'une durée de vie de six mois qui doit être remplacée en usine; l'autre, étanche à l'eau (peut être porté sous la douche), à pile rechargeable d'une durée de vie indéfinie

• Caractéristiques de l'Octagonal Sleepwatch :
- Mémoire rémanente de 2 MB (soit une capacité de stockage qui dépasse de beaucoup les 60 jours de durée de vie de la pile)
- Affichage ACL de l'heure
- Deux boutons pour le marquage d'événements, le réglage de l'heure, etc.
- Indicateur de type «jauge à essence» qui permet de visualiser diverses données. En configuration standard, ce modèle peut colliger les données selon un seul mode (ZC, TAT, PIM) ou les trois modes
- Autres options offertes : capteur de lumière incorporé, affichage de la durée estimative du sommeil, y compris des paramètres du sommeil, et possibilité pour l'utilisateur d'entrer des données subjectives (fatigue, humeur, stress, etc.) ou différents événements, à l'aide de deux touches situées sur le dessus du boîtier
- Dimensions : 1,5 X 1,45 X 0,45 po, forme octogonale
- Poids : 1,8 oz
- Alimenté par une pile bouton au lithium, pour une collecte de données continuelle sur plus de 60 jours
- Platine arrière optionnelle capable d'accueillir une plus grosse pile, pour une collecte de données prolongée

• Caractéristiques du BASIC Mini Motionlogger :
- Petite taille – dimensions : 4,44 X 3,30, 0,96 cm, poids = 57 g avec mémoire de 32 kB
- Alimenté par des piles au lithium faciles à remplacer, pour une durée de fonctionnement pouvant atteindre 30 jours. Compartiment pile extensible pour une durée de vie prolongée
- Enregistrement d'événements – marqueur d'événements qui permet de produire un journal d'événements prévus
- Résistant à l'eau – le dispositif peut être porté pendant toutes les activités de la vie courante
- Nota : il est possible de se procurer des Basic Mini-Motionlogger usagés (avec garantie d'un an) et de réaliser ainsi des économies substantielles

2.7.2 Mini Mitter

http://www.minimitter.com/Products/Actiwatch/index.html

20300 Empire Av., Bldg B-3
Bend, OR 97701
U.S.A.
Tél. : 1 (800) 685-2999

- Mini Mitter offre divers modèles d'actigraphes, dont les Actiwatchs 16 et 64, l'AW-L (Actiwatch avec capteur de lumière intégré) et l'AW-Score, qui permet des cotations subjectives
- Caractéristique des Actiwatchs 16 et 64 (coût approximatif : 1 075 $US), modèles standard de la famille Actiwatch :
  - Bouton marqueur d'événements qui permet à l'utilisateur d'enregistrer sur le fait des événements significatifs (la plupart du temps, l'heure du coucher et l'heure du lever)
  - Poids : 17,5 g
  - Dimensions : 28 x 27 x 10 mm
  - Mémoire rémanente :
    - AW-16 = 16 kB
    - AW-64 = 64 kB
  - Durée d'enregistrement, selon un intervalle d'échantillonnage d'une minute :
    - AW-16 = 11 jours
    - AW-64 = 45 jours
  - Durée de vie de la pile : 180 jours
  - Étanche à l'eau
- L'Actiwatch-L (coût approximatif : 1 500 $US) comprend un capteur de lumière intégré très performant, plutôt qu'un marqueur d'événement. Avec chaque enregistrement d'activité est aussi enregistré le niveau d'éclairement en lux. Caractéristiques de l'AW-L :
  - Poids : 17,5 g
  - Dimensions : 28 x 27 x 10 mm
  - Mémoire rémanente : 64 kB
  - Durée d'enregistrement, selon un intervalle d'échantillonnage d'une minute : 15 jours
  - Calibre : 0,1 lux à 150 000 lux
  - Durée de vie de la pile : 180 jours
  - Étanche à l'eau
  - En plus des données objectives sur l'activité, l'AW-Score enregistre des évaluations subjectives (sur une échelle programmable de 0 à 10) de n'importe quel paramètre, ce qui constitue un précieux complément du journal du patient
- L'Actiwatch-Score comprend une alarme programmable qui demande au patient d'entrer une cote pour quantifier un paramètre (comme la douleur ou l'anxiété). L'alarme peut être réglée pour retentir selon un horaire ou à des intervalles de durée aléatoire. Caractéristiques de l'AW-Score :
  - Poids : 21,0 g
  - Dimensions : 31 x 28 x 10 mm
  - Échelle d'évaluation : 0 à 10
  - Mémoire rémanente : 32 kB

- Durée d'enregistrement, selon un intervalle d'échantillonnage d'une minute : 22 jours*
- Durée de vie de la pile : 90 jours

*La durée d'enregistrement varie selon l'horaire programmé pour l'alarme.

3 ÉVALUATIONS SUBJECTIVES

La présente partie porte sur les échelles de cotation subjective utilisées pour décrire les niveaux courants de somnolence (échelle de somnolence de Stanford), la qualité et la structure du sommeil (indice du sommeil de Pittsburgh), les difficultés reliées au sommeil (échelle du sommeil de Karolinska) et la propension à tomber endormi (échelle de somnolence diurne d'Epworth).

3.1 Échelle de somnolence de Stanford (SSS)

L'échelle de somnolence de Stanford (Hoddes, Zarcone, Smythe, Phillips et Dement, 1973) est une échelle unique de mesure subjective de la somnolence, qui décrit sept niveaux de somnolence. Le participant doit encercler l'énoncé qui décrit le mieux son niveau de somnolence au moment où on le lui demande.

Avantages (Miller, 2003) :

- Peut être administrée plusieurs fois par jour
- Présente habituellement une bonne corrélation avec les mesures standard de la performance
- Habituellement sensible aux effets d'une perte de sommeil
- Largement utilisée dans le cadre de recherches et d'études cliniques (Miller, 2003)

Limites :

- Les valeurs extrêmes de l'échelle (1 et 7) sont rarement utilisées, et les énoncés, classés par ordre hiérarchique, recouvrent plusieurs dimensions perceptuelles, dont la somnolence, la vigilance et la concentration (Miller 2003).

Une mesure introspective de la somnolence
L'échelle de somnolence de Stanford (SSS)
http://www.stanford.edu/~dement/sss.html

Le sujet évalue régulièrement sa somnolence en choisissant un des sept ensembles de descripteurs établis selon la méthode de Likert.

Degré de somnolence	Cote
En pleine forme et plein de vitalité; alerte; très bien éveillé	1
En très bonne forme mais pas en pleine forme; capable de se concentrer	2
Détendu; éveillé, mais pas pleinement alerte; apte à réagir	3

Un peu nébuleux; pas en pleine forme; tendance à se laisser aller	4
Nébuleux, commence à ne pas chercher à rester éveillé; ralenti	5
Somnolent; préfère demeurer allongé; combat le sommeil, engourdi	6
Presque en train de rêver, sommeil imminent, ne lutte plus pour rester éveillé	7
Endormi	X

3.2 Échelle de la qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI)

L'échelle de la qualité du sommeil de Pittsburgh (PSQI) est un questionnaire utilisé pour mesurer la qualité et la structure du sommeil. Cet outil permet de distinguer entre un «bon» sommeil, et un «mauvais» sommeil, selon sept paramètres : qualité subjective du sommeil, latence du sommeil, durée du sommeil, efficacité habituelle du sommeil, troubles du sommeil, utilisation de somnifères, et dysfonction diurne au cours du dernier mois. Le sujet s'auto-évalue à chacun de ces paramètres. Les réponses sont cotées selon une échelle de 0 à 3, dans laquelle 3 est la valeur extrême négative, selon la méthode de Likert (Smyth, 1999).

3.3 Échelle du sommeil de Karolinska

L'échelle du sommeil de Karolinska est une échelle de type Likert qui a été validée face à des données polysomnographiques (Kecklund et Akerstedt, 1995).

1=très alerte à 9=très somnolent, luttant contre le sommeil

- Difficulté à s'endormir
- Difficulté à se réveiller
- Réveils fréquents et difficulté à s'endormir
- Ne pas se sentir bien reposé au réveil
- Réveil prématuré
- **Sommeil** perturbé
- **Sommeil** insuffisant (moins de 6 heures)
- Cauchemars

3.4 Échelle de somnolence diurne d'Epworth

L'échelle de somnolence diurne d'Epworth a été élaborée par des chercheurs australiens. Les spécialistes du sommeil y ont largement recours pour mesurer la privation de sommeil. Les sujets doivent indiquer dans quelle mesure ils risquent de s'assoupir (0=aucune possibilité d'assoupissement, 1=légère possibilité d'assoupissement, 2=possibilité moyenne d'assoupissement, 3=forte possibilité d'assoupissement) ou de tomber endormi dans diverses situations (p. ex., en lisant, en regardant la télé, etc.) (Miller, 2003).

4 MESURE DU COMPORTEMENT

Cette partie présente différentes méthodes de mesure du comportement qui ont été utilisées dans le cadre d'études antérieures visant à évaluer le degré de fatigue des conducteurs. Ces méthodes de mesure s'appuient sur deux épreuves de rendement, soit le test psychomoteur de vigilance et la batterie d'évaluation de la performance Walter Reed, ainsi que sur trois systèmes vidéo de mesure de l'abaissement des paupières, soit les systèmes PERCLOS, Driver Fatigue Monitor (DFM) et FaceLAB.

4.1 Test psychomoteur de vigilance (PVT pour Psychomotor Vigilance Task)

Ce test utilise un dispositif portable muni d'un petit écran pour mesurer le temps de réaction du conducteur à des stimuli sur une période de dix minutes. Les mesures sensibles aux effets de la privation de sommeil sont le temps de réaction médian, le nombre et la durée des baisses de rendement, et le temps de réaction optimal.

Avantages :

- Effets d'apprentissage limités
- Tâches de courte durée
- Le test peut être administré sur la route
- Ce test a démontré qu'il permettait de mesurer efficacement la fatigue et qu'il était sensible à la manipulation expérimentale des périodes de sommeil (Intermodal Transportation Institute, 2003)

Limites :

- Comment interpréter les résultats obtenus? Que nous dit ce test sur les compétences du conducteur? (Heslegrave, 2003)

Appareil de mesure de la vigilance psychomotrice (PVT-192)
Offert par Ambulatory Monitoring (New York)
http://www.ambulatory-monitoring.com/default.htm

- Appareil portatif et autonome qui emmagasine des mesures répétées du temps de réaction
- Afficheur ACL pour les instructions
- Capacité d'enregistrement des données de plusieurs sujets
- Signaux sonores et visuels
- Possibilité de programmer la durée de chaque test, tout comme la durée de l'intervalle inter-stimuli
- Le logiciel REACT, fonctionnant dans l'environnement Windows, fournit une analyse simple des données PVT. Il produit deux types de graphiques : 1) affichage séquentiel des temps de réaction aux stimuli successifs, sous forme de temps de réaction réciproques (1/TR en secondes) ou de temps de réaction brut en millisecondes et 2) distribution de fréquences des temps de réaction
- Garantie d'un an
- Coût approximatif : 2 500 $US

4.2 Batterie d'évaluation de la performance Walter Reed

La batterie d'évaluation de la performance Walter Reed (Thorne, Genser, Sing et Hegge, 1985) est un test psychologique informatisé conçu pour étudier les effets de différentes variables d'état sur un échantillon représentatif de tâches cognitives, psychomotrices et perceptives normales. La durée, le nombre et le type des tâches peuvent être adaptés aux exigences des différentes études. La batterie est administrée, et les résultats sont analysés, automatiquement, à des intervalles aussi courts qu'une heure (Sherry, 1997). Les tests comprenaient des exercices de reconnaissance à 2 et 6 lettres, des exercices de codage/décodage, d'addition sur deux colonnes, d'addition et de soustraction sérielles, de raisonnement logique, de mémorisation de chiffres, de reconnaissance de formes de niveaux I et II, de balayage visuel, de situation sur des échelles d'humeur, d'estimation du temps et de temps de réaction sériel à deux et à quatre choix. Plusieurs tests ont également été greffés à cette batterie de tests, notamment le test «Stroop», un test d'acquisitions répétées, un test de mémorisation différée ainsi qu'un test de temps de réaction à dix choix. Tous ces tests ont démontré une certaine sensibilité aux effets d'un manque de sommeil. Le *Denver Fatigue Inventory* est une batterie de tests cognitifs informatisés dérivée de la batterie Walter Reed et spécialement adaptée au système d'exploitation Windows. Cette batterie est constituée du test de temps de réaction à choix multiples, du test d'addition et de soustraction sérielles, du test de mannequin, du test de précision à cible circulaire et du test de réaction à un stimulus lumineux (Intermodal Transportation Institute, 2003).

Avantages :

- Les tests ont démontré avec une certaine fiabilité que les capacités cérébrales diminuaient à la suite de périodes de privation totale de sommeil (Heslegrave, 2003)
- Méthode davantage axée sur les compétences de conduite que le test PVT (Heslegrave, 2003)
- Mesurent la capacité du sujet d'être attentif et de se concentrer.

Limites :

- Aucun des tests de cette batterie ne permet d'évaluer les principales compétences liées à conduite, c'est-à-dire le partage de l'attention entre le maintien de la trajectoire et le repérage visuel (Smiley, Boivin, Heslegrave et Davis, 2003). Or, les déviations de trajectoire sont reliées à l'inattention, à la somnolence et aux sorties de route.
- Apprentissage plus complexe que pour le PVT, ce qui accroît la période de formation. Par exemple, dans le cadre de l'étude de Balkin et coll. portant sur les effets des horaires de sommeil sur le rendement des conducteurs de véhicules utilitaires, les niveaux de rendement asymptotiques n'ont pas été atteints aux tests d'addition et de soustraction sérielles administrés avant la phase expérimentale de l'étude (Balkin et coll., 2000). Cela malgré une formation de trois jours. Tout au long de l'expérience, des effets d'apprentissage ont été constatés pour cette tâche, de même que pour certaines autres tâches, comme le test de mesure du temps de réaction à dix choix.
- L'apprentissage peut se poursuivre, de sorte que même les sujets éprouvant de la fatigue peuvent améliorer leur rendement avec le temps.

- La batterie de tests Walter Reed est plus longue à administrer que le PVT puisqu'elle comprend plus de tâches (Heslegrave, 2003).
- Selon certains chercheurs, la variation de la motivation du sujet fausse tellement les résultats des tests stimulus-réponse qu'il y a lieu d'envisager l'étude de changements dans la créativité, l'attitude face à la nouveauté et la souplesse, un ensemble de traits communément désignés «pensée divergente». Une telle analyse est essentielle pour l'étude des effets de la privation de sommeil en raison de l'importance de la pensée divergente et des régions du cerveau qu'elles sollicitent, c'est-à-dire les lobes frontaux (Smith, Hurd, Cracraft, Hyslop, Zgheib et Hoffert, 2003).
- L'administration des tests et des échelles de mesure du comportement n'est pas uniforme d'une étude à l'autre. Les équipes de chercheurs élaborent les tests qu'ils jugent appropriés pour leur étude, qu'il s'agisse de tests de vigilance, de stimulus-réponse ou encore des échelles d'auto-évaluation. Bien qu'il soit important de tenir compte du but visé au moment de la conception d'une batterie de tests de mesure du comportement/rendement, la modification constante de ces tests empêche justement d'établir des paramètres de référence dans le domaine de la recherche sur la privation de sommeil. Cette situation rend extrêmement difficile la comparaison entre les différentes études réalisées.

4.3 PERCLOS (pour Percentage of Eyelid Closure – mesure du pourcentage d'abaissement des paupières)

Le dispositif PERCLOS est un système vidéo de mesure de la somnolence qui détecte l'abaissement progressif des paupières, jusqu'à ce que la pupille soit recouverte à 80 %. Le pourcentage d'abaissement des paupières peut être mesuré de façon non invasive au moyen de caméras installées sur le tableau de bord du véhicule. Des rayons infrarouge sont utilisés pour mesurer le taux de réflexion de la lumière sur la rétine de l'œil, tandis qu'une diode produit un faisceau lumineux qui est réfléchi sur la cornée et permet de déterminer la direction du regard en mesurant le vecteur entre la réflexion du faisceau infrarouge sur la pupille et celle du faisceau lumineux sur la cornée (Hartley et coll., 2000).

Avantages :

- Mesure objective considérée comme étant la meilleure des mesures oculaires pour évaluer le niveau de fatigue (Hartley et coll., 2000)
- Corrélations établies entre le pourcentage d'abaissement des paupières (PERCLOS) et les baisses de vigilance au PVT, lesquelles sont beaucoup plus fortes que les corrélations entre les baisses de vigilance au PVT et les auto-diagnostics de somnolence (Hartley et coll., 2000)
- Il n'est plus nécessaire de mesurer manuellement l'abaissement des paupières sur les images vidéo (Hartley et coll., 2000)

Limites :

- Bien que le système PERCLOS fonctionne relativement bien dans l'obscurité, il n'est pas très efficace pendant le jour. La lumière naturelle ambiante est réfléchie par les vitres de la cabine et rebondit dès que le véhicule change de position par rapport aux rayons du soleil, ce qui complique la lecture de la réflexion des

faisceaux infrarouge sur la rétine (Grace, Byrne, Bierman, Legrand, Gricourt, Davis, Staszewski et Carnahan, 2001).

- Il a déjà été démontré que le système avait de la difficulté à mesurer le pourcentage d'abaissement des paupières des conducteurs qui portent des verres fumés réfléchissants (Grace et coll., 2001).
- La corrélation entre l'abaissement des paupières et les baisses de l'attention au test PVT diminue de beaucoup lorsque la période de privation de sommeil s'accroît (Hartley et coll., 2000).
- Le système PERCLOS n'a été validé que face au test PVT et uniquement pour des sujets privés de sommeil. Bien que certaines études démontrent que les mesures de la vigilance sont sensibles au manque de sommeil, aucune étude ne s'est penchée sur la relation entre les mesures de la vigilance en temps réel et les accidents en conditions réelles. Ainsi, la capacité du système PERCLOS à prévoir les accidents est à ce jour inconnue (Hartley et coll., 2000).
- Assimiler la fatigue à des signes évidents de somnolence mène à un piège dangereux, soit de définir une chose (la fatigue) par ses manifestations (la somnolence). Or, la baisse de la performance survient souvent indépendamment de tout autre signe de somnolence, à moins que ces signes soient trop subtils pour être détectés avec quelque fiabilité. Il faut se concentrer sur les divers effets des méthodes d'exploitation sur la performance, et non sur l'apparence de fatigue pure et simple (O'Neil, Kruegar, Van Hemel et McGowan, 1999).

4.4 Driver Fatigue Monitor (DFM)

Personnes-ressources : Richard Grace (412) 481-6620, PDG et fondateur
Joe Parker (412) 341-0583, Ventes

Attention Technologies Inc. (www.attentiontechnology.com)
http://www.ri.cmu.edu/pub_files/pub3/grace_richard_2001_1/grace_richard_2001_1.pdf

- Système développé par des scientifiques de l'Institut de robotique de l'Université Carnegie Mellon, sous le parrainage de la NHTSA
- Version de deuxième génération de *Copilot*
- Moniteur de somnolence peu coûteux
- Détecte la somnolence d'après l'abaissement des paupières et émet un signal d'avertissement (l'avertisseur sonore peut être désactivé)
- Constitué d'une caméra numérique conjuguée à un processeur de signaux numériques peu coûteux
- Mesure l'abaissement progressif des paupières (comme PERCLOS)
- En raison de sa capacité de collecte de données, le DFM a été utilisé dans des études sur le sommeil pour mesurer le niveau de somnolence. Le logiciel peut fonctionner sur un PC.
- Le système peut être installé dans la cabine d'un poids lourd.
- Le DFM est similaire au *Copilot*, mais son interface est plus conviviale. L'afficheur indique au camionneur le nombre de secondes pendant lesquelles il a fermé les yeux et la distance parcourue pendant ce temps. Le DFM s'adapte bien aux différentes conditions de luminosité et élimine les effets de réflexion de la lumière dans les lunettes, pendant la nuit. Toutefois, il est moins performant dans des conditions très ensoleillées.
- Après diverses améliorations, le système est maintenant prêt à être utilisé sur le terrain. On l'utilise présentement dans une étude portant sur la fatigue dans l'industrie du camionnage (chercheur principal : Richard Hanowski, 540-231-1513).

Le gouvernement est à déterminer ses avantages sur le plan de la sécurité, pour les conducteurs. Le DFM sera ainsi installé dans 34 camions (transport express de nuit sur de longues distances) pendant une période d'un an. Les données sur l'abaissement des paupières seront colligées en même temps que les données sur la performance des conducteurs.

- Le prix d'achat est présentement de 7 500 $US, pour le matériel et le logiciel. Ce prix peut être moindre à l'achat d'un grand nombre de systèmes.
- Aucune modalité de location ou de crédit-bail n'a encore été arrêtée, mais Joe Parker prévoit que le coût de location annuel sera d'environ 3 000 $US.
- La société Attention Technologies se dit disposée à collaborer à la conception et à la mise en œuvre de l'étude.

4.5 Système FaceLAB de Seeing Machines

http://www.seeingmachines.com

- Appareil qui fait le suivi de la tête, du visage et du regard, et qui mesure la position de la tête et le clignement des yeux.
- Collige en temps réel les données sur l'abaissement des paupières.
- Pour que le système FaceLAB puisse être installé dans une voiture, celle-ci doit d'abord être équipée d'une trousse FaceLAB pour véhicule.
- Le logiciel ne nécessite pas le port de dispositifs spéciaux par le conducteur. Le système balaie une zone suffisamment étendue pour permettre un comportement naturel, sans perte de données.
- Le système a été conçu avec l'appui de Volvo pour étudier le comportement des conducteurs lors d'essais en situations réelles après qu'une autre technologie de suivi oculaire se fut montrée inefficace (elle ne fonctionnait pas par temps chaud, par temps ensoleillé, dans des conditions de lumière intermittente et en mouvement).

5 SIMULATEURS DE CONDUITE

Les études en simulateur de conduite comportent plusieurs avantages par rapport aux études sur route réalisées à l'aide de véhicules instrumentés, notamment parce qu'elles permettent un meilleur contrôle expérimental et sont plus sécuritaires. Cela étant, les simulateurs comportent des limites, du fait qu'ils ne simulent pas toujours fidèlement la réalité et qu'ils provoquent parfois le «mal du virtuel». On trouvera ci-après un résumé des avantages et des limites des simulateurs de conduite, et la description de cinq simulateurs : le Doron Precision Systems, le GE Capital I-Sim, le Digitran Systems, le Lockheed Martin Information Systems et le National Advanced Driving Simulator, mis au point en Iowa. Les quatre premiers sont des simulateurs de camion que l'on peut se procurer sur le marché. C'est M. Jerry Rubin, de l'Office of Motor Carrier and Highway Safety [(202) 385-2395)], qui nous a aidés à répertorier les simulateurs actuellement offerts sur le marché. Le cinquième et dernier simulateur est un simulateur de recherche, offert seulement en location. L'Office of Motor Carrier and Highway Safety des États-Unis s'apprête à publier un rapport sur les simulateurs de conduite de camion.

5.1 Avantages et limites des simulateurs

Avantages :

- Contrôle expérimental – possibilité de contrôler une foule de variables externes susceptibles d'influer sur le comportement du conducteur. Permettent d'exposer tous les conducteurs à un même environnement et à des situations expérimentales identiques (Nilsson, 1993).
- Permettent d'étudier en toute sécurité des situations reconnues pour causer des accidents (p. ex., facultés affaiblies par l'alcool, fatigue, surcharge mentale) (Nilsson, 1993).
- Permettent de mesurer sans trop de difficulté de nombreux paramètres relatifs aux réactions des conducteurs. Il n'est pas toujours aussi facile de prendre les mêmes mesures à bord d'un véhicule instrumenté, et les mesures prises ne sont pas toujours aussi fiables (Godley, 1999). La mise en place du matériel de surveillance (p. ex., suivi des yeux et de la tête, enregistrement vidéo, mesure des réponses physiologiques) est relativement simple dans un simulateur (Nilsson, 1993).

Limites :

- Les simulateurs sont plus ou moins fidèles (ou réalistes), selon leurs composants, leur aménagement et leurs caractéristiques dynamiques. Plus un simulateur se rapproche de la conduite réelle, dans la façon dont il est utilisé, dont les stimuli sont présentés et dont il réagit physiquement à ces stimuli, plus il est considéré fidèle. Par exemple, en freinant, un conducteur peut remarquer l'absence de la force G habituellement associée à la décélération dans un véhicule réel. Il aura alors tendance à enfoncer davantage la pédale de frein, ce qui entraînera une immobilisation précoce du simulateur. Il est donc important de donner aux conducteurs suffisamment de temps pour se familiariser avec la manière dont réagit le simulateur à différentes manœuvres (Godley, 1999).
- Plus un simulateur est fidèle, ou réaliste, plus il est cher.
- Les simulateurs doivent également avoir une validité prédictive; autrement dit, il doit y avoir une équation entre le simulateur et le monde réel, dans la façon dont le conducteur se comporte (Blaauw, 1982). Souvent, l'évaluation d'un simulateur porte sur sa validité physique (sa fidélité), mais pour qu'un simulateur puisse être utile dans la recherche sur les facteurs ergonomiques, il doit offrir une validité comportementale. Ainsi, un simulateur complexe n'a pas nécessairement plus de validité prédictive qu'un simulateur moins complexe et moins cher (Triggs, 1986). Certes, la validité absolue n'est pas toujours possible, mais on peut conclure à une validité relative lorsque les écarts constatés entre des conditions expérimentales (dans le simulateur) et des conditions réelles (dans une voiture) vont dans le même sens, et ont une ampleur semblable ou identique (Blaauw, 1982).
- La recherche en simulateur pose une limite importante, soit le «mal du virtuel». Le mal du virtuel n'est pas la même chose que le mal des transports, parce qu'il se manifeste en l'absence de mouvement (Kolasinski, Goldberg et Hiller, 1995). Ce malaise résulte d'un conflit entre la vision et le système vestibulaire. Après une séance de simulation, les symptômes (p. ex., fatigue oculaire, vertiges, fatigue) peuvent prendre plus de six heures à se dissiper, ce qui peut amener certains sujets à quitter le simulateur en milieu de séance. D'autres iront jusqu'au bout, mais adopteront des comportements adaptatifs, comme faire des virages exagérément lents, pour atténuer leur inconfort (Kolasinski et coll., 1995). Il est important que les conducteurs avisent immédiatement l'expérimentateur de tout malaise qu'ils peuvent ressentir, afin d'éviter toute distorsion des résultats expérimentaux.

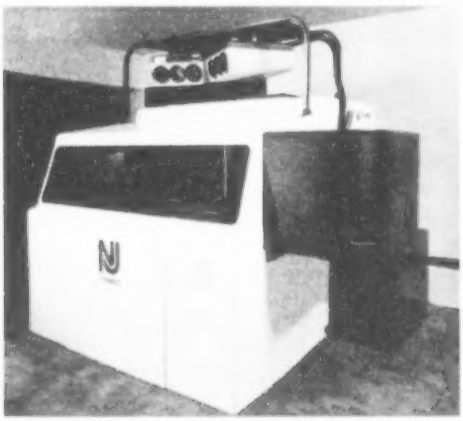
- Étant donné le risque de perte de données de sujets souffrant du mal du virtuel, il convient de recruter plus de sujets que le nombre nécessaire.

5.2 Doron Precision Systems, Inc.

http://www.doronprecision.com/dorondriver.htm

Personne-ressource : Bill Murray, Vice-président
Tél. : (607) 772-1610
P.O. Box 400, 174 Court Street
Binghamton, New York 13902-0400
U.S.A.

- Systèmes de simulation de conduite.
- Systèmes utilisés pour la formation (non spécialement conçus pour la recherche).
- Système interactif utilisé pour la formation de conducteurs.
- Constitué d'images virtuelles et non de scènes réelles filmées.
- Le système comporte 100 scénarios de formation, qui se déroulent aussi bien sur la grand-route et à la campagne que dans un périmètre de 1 mille carré en ville. Ces scénarios sont conçus pour des conducteurs de véhicules d'urgence qui doivent se rendre sur la scène d'un incident. Ils sont aussi utilisés pour enseigner à des conducteurs d'autobus expérimentés à se frayer un chemin dans la circulation. Les instructeurs peuvent facilement créer leurs propres scénarios en moins d'une demi-heure.
- Selon M. Murray, le vice-président de l'entreprise, il ne faut *pas* prolonger les séances de simulation (20 à 30 minutes au maximum).
- Le simulateur a été utilisé à des fins de recherche, mais pour de courtes périodes de conduite (p. ex., études sur la conduite sous l'influence de drogues).
- Règle générale, Doron préfère vendre ses simulateurs plutôt que de les louer.
- L'appareil d'entraînement à la manœuvre de véhicules (VMT, *Vehicle Manoeuvring Trainer*) est un système complètement interactif qui simule un autobus urbain ou un tracteur semi-remorque typique, y compris la cabine de conduite équipée de commandes et d'instruments fonctionnels. Les sons produits par le moteur, la transmission et les freins à air comprimé, combinés aux scènes visuelles détaillées présentées en temps réel confèrent beaucoup de réalisme à l'ensemble.
- Prix approximatif du système interactif : 100 000 $US.



5.3 GE Capital I-Sim

http://www.cefcorp.com/I-sim/

Personne-ressource : Dave Dolan
Tél. : (801) 303-5670 ou 1 (888) 259-4746
2961 West California Avenue
Salt Lake City, Utah 84104
U.S.A.

- Simulateurs de conduite et systèmes de formation.
- Gamme de programmes pour camionneurs longue distance et pour parcs de véhicules privés (entre autres).
- Éventail de simulateurs allant du simulateur de transmission de camion TrainSim VS à un simulateur immersif de voiture/camion avec cabine en vraie grandeur (Mark II).
- Possibilité d'acheter ou de louer les simulateurs (prix d'achat du Mark II : 430 000 $US; prix d'achat du TrainSim VS : 85 000 $US).
- Les deux systèmes partagent la même base de données de scénarios pour les divers environnements (ville, autoroute, campagne, banlieue, hors-route). Ces scénarios durent environ 30 minutes. Il n'est pas possible de programmer de nouveaux scénarios, sauf à des fins d'exécution de la loi (p. ex., possibilité de synchroniser l'arrivée d'un véhicule à une intersection), mais on peut raccorder l'un à l'autre les scénarios existants de façon à amener le conducteur à passer successivement de la conduite en ville à la conduite sur autoroute à la conduite à la campagne (p. ex., T-World).
- Le simulateur Mark II est un système mobile constitué d'une cabine et d'écrans disposés en hémisphère sur lesquels sont projetés les scénarios. Il offre une vue périphérique de 200 degrés. Ce simulateur exige beaucoup d'espace et il est lourd à installer.
- Modulaire, le Mark II peut répondre à des besoins précis de formation et de recherche.
  - Grande fidélité, environnement de conduite réaliste.
  - Cabine de véhicule : de dimensions moyennes; reproduit les modèles les plus récents sur le marché; tableau de bord et commandes semblables à ceux que l'on retrouve sur le marché; instruments du tableau de bord (indicateurs, essuie-glace, klaxon et clignotants) complètement opérationnels. La cabine est équipée d'une transmission Eaton, configurable aux caractéristiques de diverses autres transmissions.
  - Enceinte de simulation : cabine de conduite installée dans une enceinte étanche à la lumière; porte d'accès pour le personnel et porte plus grande pour le changement des cabines; écran courbé revêtu de peinture et lavable.
  - Sous-système de sons et de vibrations : production par ordinateur des bruits réels entendus dans la cabine pendant la conduite (bruits du moteur, des pneus sur la chaussée, des autres véhicules).
  - Console de l'opérateur : pilotée par Windows[MD]; toutes les fonctions du simulateur répondent à des commandes de type «pointez et cliquez»; l'opérateur peut agir en temps réel sur les scénarios, en modifiant ses choix concernant les conditions de circulation, les conditions météorologiques, l'adhérence des pneus et le moment de la journée (jour/nuit).

- Un simulateur baptisé TruckSim est utilisé au Driving Research Centre (DRC) de l'Université Carnegie Mellon. Inspiré du Mark II de ISIM, ce simulateur est utilisé dans la recherche sur les facteurs ergonomiques, notamment celle qui porte sur les contre-mesures à la fatigue et sur l'interface conducteur/véhicule. Par rapport au Mark II, le TruckSim offre une meilleure résolution visuelle et une plate-forme mobile améliorée à quatre degrés de liberté, ainsi qu'une console pour l'expérimentateur.
- Le TrainSim VS est un simulateur de conduite de camion commandé par ordinateur. Beaucoup plus petit que le système Mark II, il comprend un seul écran de 42 pouces. Monté sur roulettes, il est très facile à déplacer.
- PatrolSim est un simulateur de conduite compact à haute performance conçu pour le marché des corps policiers et des organismes gouvernementaux.

5.4 Digitran Systems

Coordonnées :
Tél. : (435) 752-9067
2176 North Main
North Logan, Utah
U.S.A.

- Développe, fabrique et commercialise des simulateurs de formation pour l'industrie des transports et l'industrie de la construction (entre autres).
- Offre des simulateurs pour la formation des opérateurs de grues, des travailleurs pétroliers et des conducteurs de poids lourds.

5.5 Systèmes d'information de Lockheed Martin

http://www.lockheedmartin.com/lmis/level4/truckd.html
http://www.lockheedmartin.com/lmis/driversims/index.html

Personne-ressource : John L. Sullivan - Manager, Business Development
Courriel : john.Sullivan@lmco.com
Tél. : (407) 306-1656
12506 Lake Underhill Road, MP-830
Orlando, Florida 32825-5002
U.S.A.

- Fournisseur de systèmes de formation pour le Département de la défense des États-Unis.
- Millennium Driver Trainer System[MD] (MDTS)
  - Base de données terrain complète; un seul scénario peut amener un conducteur en ville, sur des routes de campagne, sur une autoroute et dans des couloirs de montagne.
  - Effets météo (pluie légère à routes enneigées, en passant par des orages)
  - Environnement réaliste, grâce au recours à des cabines de constructeurs (p. ex., une cabine du camion Century Class de Freightliner).
  - Tout comme un véritable camion, le simulateur comprend un circuit d'air sous pression et un dispositif de visualisation complet; il fait aussi entendre tous les bruits de la route et il bouge comme un vrai camion. Il comprend en effet 6 degrés de liberté, comme un simulateur d'avion (p. ex., cavalement, embardée, pilonnement).
  - Le fabricant est en mesure d'élaborer des scénarios adaptés aux exigences de ses clients. Les scénarios sont conçus en fonction de niveaux croissants de difficulté et de complexité. Le fabricant offre aussi, moyennant supplément, un outil de conception de scénarios et la formation connexe, grâce auxquels les chercheurs peuvent élaborer leurs propres scénarios.
  - Le simulateur comporte une base de données tellement imposante qu'il est possible de sortir du simulateur au bout de 8 heures sans avoir parcouru toutes les routes. De longs scénarios de 8 heures sont possibles, avec arrêts à des relais routiers.
  - La fonction intégrée de suivi des étudiants fait en sorte qu'un étudiant doit réussir un scénario avant de passer au suivant.
  - Des fonctions complètes de suivi et de gestion des données sur les étudiants sont incorporées au système.
  - L'entreprise n'a aucun simulateur standard à louer. Tous les simulateurs sont construits sur demande. Ils coûtent environ 800 000 $US chacun.

5.6 National Advanced Driving Simulator (NADS)

(Recommandé par Mike Goodman – 202-366-5677; Office of Human-Centered Research, National Highway Traffic Safety Administration)
http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-12/nads/ResearchUses.htm
http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-12/nads/

- Le National Advanced Driving Simulator (NADS) est un simulateur de conduite haute-fidélité en temps réel, utilisé dans la recherche fondamentale sur le fonctionnement du système complexe que forment un conducteur, son véhicule et l'environnement.
- En tant qu'installation de recherche gouvernementale, le simulateur est accessible au plus large éventail de chercheurs possible, autant du secteur public que du secteur privé.
- Le Département des Transports des États-Unis a implanté le NADS à l'Université de l'Iowa (Iowa City), laquelle est responsable au jour le jour de la recherche opérationnelle faite à l'aide du NADS, ainsi que de l'entretien et de l'amélioration à long terme du simulateur.
- Le NADS permet de colliger et de stocker des données précises sur le véhicule et le conducteur.

- Il est constitué d'une grande coupole dans laquelle des voitures entières et des cabines de camions et d'autobus peuvent être installées.
- Les scènes de conduite et la géométrie de la route dépendent entièrement du technicien chargé de la programmation du simulateur.
- Le conducteur sent les effets de l'accélération, du freinage et des virages, tout comme s'il était au volant d'une voiture, d'un camion ou d'un autobus réels.
- À la fine pointe de la technologie de visualisation et de reproduction sonore haute-fidélité.
- Le sujet est plongé dans un environnement où les images, les sons et les mouvements sont tellement réalistes que les scénarios d'accidents sont des plus convaincants. Mais il ne court aucun danger.
- Mike Goodman a déclaré que les frais d'utilisation du simulateur sont élevés (environ 2 000 $US/heure), mais que des tarifs moindres sont envisageables pour les recherches menées en collaboration avec la NHTSA (et peut-être aussi l'Office of Motor Carrier and Highway Safety) (s'adresser à Bob Caroll).

6 TECHNOLOGIES EMBARQUÉES DE MESURE DE LA PERFORMANCE

Les technologies embarquées de mesure de la performance sont des systèmes d'enregistrement informatisés placés à bord des véhicules qui surveillent et enregistrent automatiquement les données opérationnelles du véhicule (p. ex., les déviations de trajectoire, les mouvements du volant ou la variabilité de la vitesse). Il existe sur le marché une gamme de dispositifs, allant des capteurs, qui préviennent les accidents en réagissant à des manœuvres de conduite particulières (p. ex., les mouvements du volant), aux systèmes de collecte de données utilisés à des fins de recherche, qui peuvent recueillir des données sur un certain nombre de comportements au volant. Certains groupes de chercheurs, comme Virginia Tech, ont conçu leur propre système de collecte de données. D'autres ont créé des systèmes à partir de produits commerciaux existants. Ainsi, Robert Carroll nous a dit que la Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA) avait demandé à plusieurs fournisseurs de se réunir pour élaborer ensemble un système pour son projet pilote de gestion de la fatigue. Ce système était composé de *Copilot*, de Attention Technologies Inc, d'un dispositif de suivi de la trajectoire, de Assistware, d'un actigraphe, de Ambulatory Monitoring, et d'une «boîte noire» de Accident Prevention Plus, dans laquelle étaient réunies les données de tous les systèmes.

Tout comme les simulateurs, les études sur route ont aussi leurs avantages et leurs limites, énumérés ci-après. Sont ensuite décrits trois systèmes embarqués de mesure de la performance : le Micro DAS, le In-Vehicle Data Logger (V.I. Engineering), et le In-Vehicle Monitoring Systems (Virginia Tech), après quoi six systèmes commerciaux d'alerte de sécurité conçus pour détecter la fatigue sont présentés.

6.1 Avantages et limites

Avantages :

- Possibilité d'utiliser le véhicule du conducteur
- Collecte sur la route de données objectives sur le comportement du conducteur
- Technologies fondées sur des recherches qui ont démontré que la commande d'un véhicule est altérée par la fatigue

- Il est intéressant de recourir à plusieurs instruments de mesure pour détecter la fatigue, car si une mesure ne réussit pas à détecter un état de somnolence, on peut compter sur une autre mesure pour le faire (Hartley et coll., 2000)

Limites :

- Exige une installation par un mécanicien
- Demande une gestion intensive des données (p. ex., mise en rapport avec les carnets de route)
- Comment coter la performance au volant d'un sujet et comment savoir si ses difficultés sont reliées à la fatigue? Quelle est la variabilité «normale» de ces mesures dans la population des conducteurs? Comment le seuil de comportement de conduite «anormal» a-t-il été déterminé? Les difficultés à conduire ont-elles un lien avec la fatigue?

6.2 Systèmes de recherche

6.2.1 Micro DAS (National Highway and Safety Administration)

Personne-ressource : Frank S. Barickman
Tél. : (937) 666-4511
Vehicle Research and Test Centre (Iowa)
National Highway Traffic Safety Administration

- Micro DAS est un système qui permet de colliger à peu de frais des données en milieu naturel. Il peut être installé en relativement peu de temps dans le véhicule du sujet
- Le système collige des données en temps réel sur le comportement du conducteur, la performance du conducteur et du véhicule, et l'environnement routier
- Il peut enregistrer plus de 22 heures d'images vidéo
- Micro DAS n'est plus produit, sauf sur demande. Frank Barickman a déclaré que VI Engineering, Inc. allait en produire un pour Louis Tijerina
- Micro DAS n'est plus produit, mais VI Engineering, Inc. offre sur le marché un système qui en est inspiré. Le groupe CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership) utilise ce système dans ses études sur les facteurs ergonomiques (voir ci-dessous)
- Version évoluée du DASCAR (*Data Acquisition System for Crash Avoidance Research*) (plus petit, installation plus facile, moins cher, plus de fonctions)
- Peut être utilisé dans un large éventail de véhicules
- Système portable relativement peu coûteux
- Installation facile. Peut être installé directement dans le véhicule du sujet en peu de temps (12 heures pour l'installation; 8 heures de plus pour les essais préliminaires). Conçu pour être installé sans qu'il soit nécessaire d'apporter des modifications permanentes au véhicule
- Le système d'enregistrement vidéo peut enregistrer plus de 22 heures d'images
- La collecte de données peut être déclenchée manuellement ou en fonction d'événements définis par le chercheur (p. ex., enregistrement de données par le capteur, temps écoulé, moment du jour, équations définies par l'utilisateur)
- Conçu pour colliger des données antécédentes, ce qui permet d'examiner l'information menant à un événement donné
- La NHTSA ne produit pas présentement ces systèmes à des fins commerciales
- La NHTSA possède présentement 17 systèmes, qui ne sont pas à louer

- Transports Canada possède un système (communiquer avec Ian Noy, à Transports Canada)
- Il est possible de créer des systèmes semblables en faisant des ajouts à des systèmes de série, comme Assistware, un capteur de position latérale

6.2.2 Enregistreur de bord (V.I. Engineering)

http://www.viengineering.com/Solutions/Solutions.asp

Personne-ressource : Ken Kinter, ingénieur de vente
Tél. : (248) 489-1200, poste 240. Cell. : (248) 797-2470
Courriel : kkinter@vieng.com

- À certains égards, ce système est une version évoluée du Micro Das. Le Micro Das a servi de point de départ à la construction d'un système qui devait répondre aux besoins du groupe CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership – General Motors et Toyota en font partie)
- Le système est utilisé aux fins d'études sur les facteurs ergonomiques (p. ex., essai de nouveaux systèmes d'avertissement de freinage brusque, réactions du conducteur à différents stimuli, comme un passager qui joue avec la radio, etc.)
- Ken Kinter ne pouvait dire si le système avait déjà servi à une étude sur la fatigue
- Le système consiste essentiellement en un logiciel d'acquisition de données préalablement codées. Il collige les données de divers appareils (oculomètre, détecteur de position latérale, GPS, 8 caméras vidéo) et d'un radar (qui détermine la distance d'objets situés en avant et en arrière du véhicule)
- Le même code peut servir à créer un système personnalisé pour des clients (à un coût d'environ 25 000 $US)
- Ce coût ne comprend par le matériel, soit l'oculomètre, la titreuse (pour l'inscription de données sur les bandes vidéo) et les caméras
- Le système peut être monté sur un support installé dans le coffre d'une voiture ou à l'intérieur d'un camion

6.2.3 Systèmes de surveillance embarqués de Virginia Tech

www.vtti.vt.edu

Recommandé par : Mike Goodman
Personne-ressource : Tom Dingus
Tél. : (540) 231-1501, poste 11502

- Système d'acquisition de données qui collige de l'information sur la position latérale du véhicule de même que de l'information transmise par les circuits du véhicule (p. ex., position du papillon des gaz, freinage)
- Système qui peut être utilisé dans la cabine d'un poids lourd
- Après des modifications à l'interne, le système est présentement utilisé pour le projet *100 Cars*, une étude d'un an portant sur des conducteurs de véhicules légers (des banlieusards qui parcourent un grand nombre de kilomètres par année) dans la région de Washington, D.C.
- On ne peut acheter le système pour l'instant, ni obtenir une licence d'utilisation, mais cela pourrait être possible dans un proche avenir

- Selon Frank Barickman, de la NHTSA, ce système est une version évoluée du Micro DAS. De fait, il réunit des caractéristiques du Micro DAS et du DASCAR, mais il est plus petit et moins cher que ses prédécesseurs
- D'après Mike Goodman, ce système est offert à un prix raisonnable, comparativement aux produits commerciaux.

6.3 Systèmes commerciaux d'alerte de sécurité

6.3.1 Steering Attention Monitor (S.A.M.)

http://www.actionimports.com.au/sam.htm

- Surveille les mouvements de micro-correction dans le volant à l'aide d'un capteur magnétique qui émet un signal strident lorsqu'il détecte la «fatigue du conducteur» par l'absence de micro-corrections.
- Ne fonctionne que dans des situations très restreintes, car trop tributaire des caractéristiques géométriques de la route, et n'est vraiment fiable que sur les autoroutes.

6.3.2 Système d'alerte de fatigue pour conducteurs ZzzzAlert

www.zzzzalert.com

- Petit dispositif électronique informatisé muni d'un capteur magnétique qui surveille les mouvements de correction du volant.

6.3.3 Système d'alerte routière DAS 2000

http://www.premiersystems.com/market

- Avertit le conducteur lorsqu'il traverse par inadvertance la ligne médiane ou la ligne de l'accotement. S'il franchit l'une ou l'autre de ces lignes sans avoir activé les clignotants, il est automatiquement alerté par une alarme sonore.

6.3.4 AssistWare Technology : système SafeTRAC de détection de la somnolence au volant

http://www.assistware.com/index.html

109 Gateway Avenue, Suite 201
Wexford, PA 15090
U.S.A.
Tél. : (724) 934-8965
Courriel : info@assistware.com

- Système de détection de la position latérale qui utilise une minuscule caméra vidéo montée sur le pare-brise du véhicule et pointée en direction de la route
- Surveille les déviations de trajectoire ou la conduite erratique
- Se branche dans l'allume-cigares et s'installe en moins de 10 minutes
- Au système SafeTRAC de base peuvent s'ajouter des fonctions de diagnostic et de sortie de données. Selon le site Web du fabricant, ce système est «idéal» pour la recherche (coût : 15 500 $US)

- Richard Hanowski a dit avoir déjà utilisé ce système dans des études, lequel serait «peu fiable»

6.3.5 Accident Prevention Plus

http://www.applus.com/

- Accident Prevention Plus, Inc. conçoit, développe et commercialise des enregistreurs de bord (modèles APP1000, APP2000 et APP3000) et des systèmes de surveillance du carburant pour l'industrie du camionnage et les parcs de véhicules.
- L'ordinateur de bord collige les données suivantes :
  - Les 50 secondes avant et les 10 secondes après un accident
  - Chronologies de conduite
  - Chronologies de marche au ralenti
  - Vitesse maximale
  - Décélération maximale
  - Histogrammes de vitesse
  - Histogrammes du régime du moteur
  - Histogrammes de l'intensité du freinage
  - Freinages au pied/plage de vitesses
  - Histogramme de la position du levier de changement de vitesse
  - Identification du conducteur
  - Date et heure, première et dernière utilisation du véhicule
  - Durée totale de conduite et distance parcourue
  - Durée totale de marche au ralenti
  - Freinages dangereux
  - Freinages brusques
  - Histogramme distance/plage de vitesses
  - Histogramme durée/intensité de décélération
  - Histogramme durée/plage de régimes du moteur
  - Histogramme freinage/plage de vitesses

6.3.6 Traxis

http://www.traxis.ca/

Numéro sans frais : 1 (888) 303-5222
1111, rue West Hastings, bureau 200
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6E 2J3
Canada

- Système de surveillance de la performance de l'ensemble véhicule-conducteur
- Possibilité pour les chercheurs de définir les infractions (p. ex., excès de vitesse, freinage, changements de vitesse progressifs, marche au ralenti, etc.) et les indicateurs de situation/événement, et de comparer ensuite la fiche de performance du conducteur à ces critères
- Le rapport *Driver Violation Summary* (sommaire des infractions) permet de visualiser les données sur les infractions enregistrées par l'ordinateur de bord

- Le rapport *Driver Violation Exceptions* (rapport d'exception sur les infractions) évalue les infractions enregistrées par rapport à la distance parcourue, aux heures de fonctionnement du moteur et aux heures de conduite

RÉFÉRENCES

Balkin, T., Thome, D., Sing, H., Thomas, M., Redmond, D., Wesensten, N., Williams, J., Hall, S., and Belenky, G. *Effects of sleep schedules on commercial motor vehicle driver performance*. Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation. 2000.

Blaauw, G. J. Driving experience and task demands in simulator and instrumented car: A validation study. *Human Factors*, *24*(4), 473-486. 1982.

Godley, S. "A driving simulator investigation of perceptual countermeasures to speeding.", PhD Thesis, Department of Psychology, Monash University, Australia. 1999.

Grace, R., Byrne, V. E., Bierman, D. M., Legrand, J., Gricourt, D., Davis, R. K., Staszewski, J. J., and Carnahan, B. *A drowsy driver detection system for heavy vehicles*. Proceedings of the 17th Digital Avionics Systems Conference. Vol. 2. 2001.

Hartley, L., Horberry, T., and Mabbott, N. *Review of fatigue detection and prediction technologies*. National Road Transport Commission (www.nrtc.gov.au) http://wwwsoc.murdoch.edu.au/irst/publ/NRTC_Fatigue_Review.pdf, Melbourne, Australia. 2000.

Heslegrave, R. Entretien téléphonique. 2003.

Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., and Dement, W. C. Quantification of sleepiness: A new approach. *Psychophysiology*, *10*, 431-436. 1973.

Intermodal Transportation Institute. *Fatigue countermeasures in the railroad industry. The scientific basis of fatigue measurement*. http://www.du.edu/transportation/fatigue/fatigue_chap2.html. 2003.

Kecklund, G. and Akerstedt, T. Effects of timing of shifts on sleepiness and sleep duration. *Journal of Sleep Research*, *4*(S2), 47-50. 1995.

Kolasinski, E. M., Goldberg, S. L., and Hiller, J. H. *Simulator sickness in virtual environments (Technical Report 1027)*. U.S. Army Research Institute for the Behavioral & Social Sciences, Virginia. 1995.

Miller, J. C. *24/7 shift work scheduling*. Miller Ergonomics. http://www.millergonomics.com/Shiftwork/RatingScales.rtf. 2003.

Mitler, M. M., Miller, J. C., Lipsitz, J. J., Walsh, J. K., and Wylie, C. D. The sleep of long-haul truck drivers. *New England Journal of Medicine*, *337*(11), 755-762. 1997.

Nilsson, L. *Behavioural research in an advanced driving simulator: Experiences of the VTI system*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting, 37(1). 1993.

O'Neil, T. R., Kruegar, G. P., Van Hemel, S. B., and McGowan, A. L. *Effects of operating practices on commercial driver alertness*. Rep. No. FHWA-MC-99-140, Office of Motor Carrier and Highway Safety, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 1999.

Sabbatini, R. M. E. *Mapping the brain*. http://www.epub.org.br/cm/n03/tecnologia/eeg.htm. 2003.

Sherry, P. *Perceptions of fatigue levels after participation in countermeasures*. Annual meeting of Work Rest Task Force of the American Association of Railroads. Washington, D.C. http://www.du.edu/~psherry/spokane.html. 1997.

Smiley, A., Boivin, D. B., Heslegrave, R. et Davis, D. *Étude des périodes de récupération chez les conducteurs de véhicules utilitaires : Recherche documentaire*. TP 14206F, Centre de développement des transports, Transports Canada. 2003.

Smith, M., Hurd, C., Cracraft, J., Hyslop, A., Zgheib, O., and Hoffert, D. *Sleep deprivation*. Macalester College, Minnesota. http://www.macalester.edu/~psych/whathap/UBNRP/sleep_deprivation/beha01.html. 2003.

Smyth, C. *The Pittsburgh sleep quality index. Try this: Best practices in nursing care to older adults*. http://www.hartfordign.org/publications/trythis/issue06.pdf. 1999.

Thorne, D. R., Genser, S. G., Sing, H. C., and Hegge, F. W. The Walter Reed performance assessment battery. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology, 7*, 415-418. 1985.

Triggs, T. J. "Speed estimation." *Automotive Engineering and Litigation (Vol. 1, Supplement)*, G. B. Peters and B. J. Peters, eds., New York: Garland Press. 1986.